

AUTOMATYKA KOLEJOWA



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

ROK IV (XXVIII)

LIPIEC – SIERPIEŃ • 1981

dr inż. JANUSZ DYDUCH
COBiRTK

Obwody torowe przystosowane do zakłóceń elektrotrakcyjnych

Wstęp

Prawidłowa eksploatacja obwodów torowych stanowi podstawę niezawodności systemów sterowania ruchem kolejowym. Wieloletnie analizy uszkodzeń w systemach srk wykazują, że zdecydowana większość (około 80%) uszkodzeń powstaje w obwodach torowych. Przyczyny tych uszkodzeń są bardzo złożone i zależne od wielu czynników — między innymi od: stanu utrzymania nawierzchni kolejowej [3, 6, 9], jakości użytych do ich konstrukcji materiałów i elementów, stanu taboru kolejowego oddziałującego na toki szynowe oraz metod utrzymania stosowanych przez służbę eksploatacji.

Dodatkowym utrudnieniem jest spełnianie przez obwody torowe funkcji elementu obvodu dla powrotnych prądów trakcyjnych.

Spełnianie przez obwód torowy zróżnicowanych funkcji powoduje potrzebę współdziałania, przy jego eksploatacji, trzech służb: zabezpieczenia ruchu kolejowego, drogowej i trakcji.

Złożoność procesu eksploatacji obwodów torowych wymaga bardzo wnikliwej analizy zachodzących tam zjawisk, a wnioskowanie musi być weryfikowane badaniami eksploatacyjnymi.

Zbyt szybkie działania modernizacyjne, niedostatecznie zweryfikowane eksploatacyjnie, mogą być przyczyną trudności wdrożeniowych proponowanych rozwiązań lub mogą zmniejszyć stan bezpieczeństwa w ruchu kolejowym.

W ostatnich latach zaczęła wzrastać niepokojąco liczba uszkodzeń w obwodach torowych, z tendencją występowania uszkodzeń niebezpiecznych dla ruchu pociągu (stan czynny przekaznika torowego przy zajęciu odcinka izolowanego przez pociąg).

Niepokojące sygnały z eksploatacji były przyczyną kompleksowego podejścia w problematyce modernizacji obwodów torowych [1].

Wynikiem kilkuletnich prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych było wprowadzenie do powszechnego stosowania obwodów torowych o polepszonych właściwościach eksploatacyjnych [2, 4, 7].

W zmodernizowanych obwodach torowych osiągnięto zwiększenie odporności obvodu na zmianę oporności podtorza, a w rezultacie — zbędność regulacji napięcia zasilania przy zmianie warunków atmosferycznych oraz wykluczenie możliwości przejścia obvodu torowego w stan niebezpieczny dla ruchu kolejowego, przy uszkodzeniach elementów powrotnej sieci trakcyjnej (podłużne łączniki szynowe, dławiki torowe itp.).

Wielu specjalistów z dziedziny automatyki kolejowej kwestionuje potrzebę badań i rozważań takich uszkodzeń, sprowadzając problem do potrzeby dobrego utrzymania nawierzchni. Rzeczywistość jest jednak taka, że dobrze utrzymana nawierzchnia kolejowa zmniejsza wielkość strumienia uszkodzeń obvodu torowego, ale nie eliminuje go całkowicie, nawet przy dobrze utrzymanej nawierzchni będą występowały uszkodzenia elementów powrotnej sieci trakcyjnej. W zbiorze uszkodzeń obvodu torowego ten typ uszkodzeń może powodować w konsekwencji powstawanie sytuacji niebezpiecznych dla ruchu kolejowego. Trudności eksploatacyjne, wynikające z uszkodzeń elementów powrotnej sieci trakcyjnej, są problemem nie tylko na PKP. Podobne rozważania prowadzone są w tym zakresie również w zarządach kolejowych tradycyjnie znanych z dobrze utrzymanej nawierzchni kolejowej [8, 9].

Wpływ stanu powrotnej sieci trakcyjnej na pracę obwodów torowych

Projektując powrotną sieć trakcyjną należy uwzględnić między innymi: lokalizację i wy-

bór odstępów między podstacjami zasilającymi, gęstość i rodzaj ruchu pociągów, bezpieczne różnice potencjałów pomiędzy urządzeniami sieci powrotnej a konstrukcjami uszynionymi i uziemionymi oraz charakterystyki obwodów torowych. Złożoność struktury powrotnej sieci trakcyjnej pogłębia jeszcze potrzeba dostosowania jej do istniejących odstępów blokady samoczynnej oraz zaprojektowanie połączeń poprzecznych.

Połączenia poprzeczne są prowadzone pomiędzy szynami lub uzwojeniami dławików torowych danego albo sąsiedniego toru a konstrukcją stalową urządzeń przetokowych itp.

Wtedy, gdy są stosowane dwutokowe obwody torowe, połączenia poprzeczne są przyłączane do dławików torowych. Wówczas wzajemna ich odległość musi być powiązana z rozmieszczeniem sygnalizatorów. Odległość ta nie może być wtedy stała, ponieważ o wykonaniu połączenia poprzecznego — oprócz zasady wzajemnej odległości — decyduje konkretna lokalizacja sygnalizatora. Z tego powodu, przy projektowaniu rozmieszczenia sygnalizatorów samoczynnej blokady liniowej należy uwzględnić projekt połączeń poprzecznych. Zbyt często wykonane połączenia poprzeczne zmniejszają prawdopodobieństwo wykrycia nieciągłości w powrotnej sieci trakcyjnej (urwanie łącznika podłużnego lub linki dławikowej, pęknięcie szyny itp.) przez obwód torowy, sygnalizowane przejściem przekaźnika torowego w stan bierny.

Połączenia poprzeczne w obwodach torowych dwutokowych są przyłączane do dławików torowych, zlokalizowanych na końcach obwodów torowych. Wtedy, gdy zaistnieje potrzeba zainstalowania połączenia poprzecznego w innym miejscu, można użyć dodatkowego dławika torowego. Stwarza to jednak dodatkową gałąź, łączącą szyny, dla przepływu prądów sygnałowych, zmniejsza czułość bocznikowania (jest porównywalne ze zmniejszeniem oporności podsypki) oraz zwiększa pobór energii przez obwód torowy.

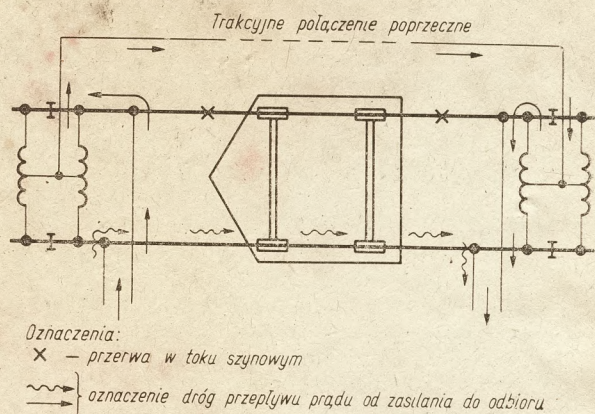
Prawidłowość wykonania połączeń poprzecznych może być oceniona na podstawie maksymalnego spadku napięcia lub średniego spadku napięcia w określonym czasie w powrotnej sieci trakcyjnej. W przypadku obwodów torowych prawidłowość rozwiązań może być potwierdzona przez pomiar minimalnej oporności, charakteryzującej przerwę w powrotnej sieci trakcyjnej, która spowoduje przejście w stan bierny przekaźnika torowego.

Przedstawione skrótkowo trudności prawidłowego zaprojektowania powrotnej sieci trakcyjnej są dodatkowo pogłębiane przez potrzebę oceny wpływu uszkodzeń, w powrotnej sieci trakcyjnej, na pracę obwodów torowych. Podstawowym zagadnieniem jest rozważanie dotyczące przerw w elektrycznej ciągłości powrotnej sieci trakcyjnej. Do grupy tych uszkodzeń zaliczamy między innymi: pęknięcie szyn, urwania podłużnych łączników szynowych oraz linek dławikowych itp.

Problem wpływu uszkodzeń w powrotnej sie-

ci trakcyjnej na obwody torowe przedstawiono w pracach [1, 6, 7, 8, 9]. Na podkreślenie zasługuje fakt szczegółowej analizy wpływu przerw w tokach szynowych prowadzonych przez Charles'a E. Movehouse'a — nadinspektora sygnalizacji Przedsiębiorstwa Komunikacji w Nowym Jorku [9].

W swoich rozważaniach rozpatruje, między innymi, wpływ dwóch przerw w tym samym toku szynowym na pracę obwodu torowego. W wyniku tych rozważań dochodzi do ostatecznego wniosku, że przy tego rodzaju uszkodzeniach mogą zaistnieć sytuacje niebezpieczne dla ruchu pociągów, a więc nieprzejęcie przekaźnika torowego w stan bierny, przy zajęciu odcinka izolowanego przez pociąg. Ilustracją takiej sytuacji jest rysunek 1.



Rys. 1. Wpływ połączeń poprzecznych (łączenie środków dławików torowych) przy dwóch przerwach w toku szynowym na pracę obwodu torowego

Połączenie poprzeczne trakcyjne przedstawiono w uproszczeniu, chcąc zwiększyć przejrzystość schematu. W rzeczywistości połączenia środków dławików wykonuje się zwykle co drugi obwód torowy; nie wpływa to jednak na logikę rozważań.

W przedstawionej sytuacji pierwsze pęknięcie nie zostaje wykryte przez obwód torowy, ponieważ impedancja połączenia poprzecznego jest dostatecznie mała i umożliwia pozostanie w stanie czynnym przekaźnika torowego. Przy zajęciu odcinka izolowanego przez pociąg, przekaźnik torowy przechodzi w stan bierny, gdyż występują warunki zwierania obwodu zasilania przez osie zestawów kołowych. Opisana sytuacja może istnieć do pojawienia się drugiej przerwy w toku szynowym. Należy zaznaczyć, że przerwa w ciągłości elektrycznej toków szynowych nie musi być spowodowana pęknięciem szyny, a tylko urwaniem jednego lub kilku podłużnych łączników szynowych. W powstałej sytuacji istnieje możliwość przepływu prądu analogicznie jak przy jednej przerwie, a brak warunków bocznikowania zasilania powoduje pozostanie przekaźnika torowego w stanie czynnym. Sytuacja staje się niebezpieczna dla ruchu pociągów wtedy, gdy pociąg znajdzie się na odcinku izolowanym w miejscu — jak pokazano na rysunku 1. W rozważanym przypadku nie występuje bocznikowanie zasilania przez osie zestawów kołowych, stąd przekaźnik

torowy pozostaje w stanie czynnym, a obwód torowy wykazuje w konsekwencji niezająć, pomimo zajęcia go przez pociąg. Wynikiem powstaje sytuacji jest możliwość ułożenia drogi przebiegu na zajęty tor w urządzeniach stacyjnych lub wskazywanie sygnału zezwalającego na sygnalizatorze blokady samoczynnej, osłaniającym zajęty odstęp.

Aby zapobiec występowaniu powyższych sytuacji, należy przeprowadzić kontrolę. Dzięki niej impedancja połączeń poprzecznych będzie większa niż impedancja toku szynowego. Wystąpienie pierwszej przerwy w toku szynowym powinno spowodować przejście przełącznika torowego w stan bierny i wykazanie zajętości przez obwód torowy, przy zajęciu go przez pociąg. Taki stan obwodu torowego powinien być sygnałem do dokładnego zbadania przyczyny jego niesprawności przez służbę utrzymania. Nieusunięcie zaistniałego uszkodzenia, a tylko zwiększenie napięcia na zasilaniu, może prowadzić ponownie do sytuacji niebezpiecznej dla ruchu pociągów.

Praktycznie, rezultat wyższej impedancji połączeń poprzecznych — niż impedancja toków szynowych — uzyskuje się łącząc środki dla-wików (co drugi lub co trzeci) obwodu torowego. Ponadto w celu sprawdzenia przechodzenia przełącznika w stan bierny należy, przy uruchamianiu nowych linii lub modernizacji istniejących, wykonywać pomiary impedancji połączeń poprzecznych i symulować przerwy w tokach szynowych. Takie postępowanie istotnie zmniejsza prawdopodobieństwo powstawania sytuacji niebezpiecznej dla ruchu pociągów.

Niezależnie od przeprowadzenia kontroli wykonania trakcyjnych połączeń poprzecznych, można dostosować sam obwód torowy do wykrywania nieciągłości elektrycznej w powrotnej sieci trakcyjnej oraz zwiększyć jego czułość na bocznikowanie zestawami kołowymi pociągu. Prowadzi to w rezultacie do wzrostu bezpieczeństwa ruchu pociągów. Obwody torowe mające powyższe cechy charakteryzują się zwiększoną odpornością na zakłócenia elektrotrakcyjne.

Cechy te zostaną wstępnie zweryfikowane przy wykorzystaniu symulacji komputerowej.

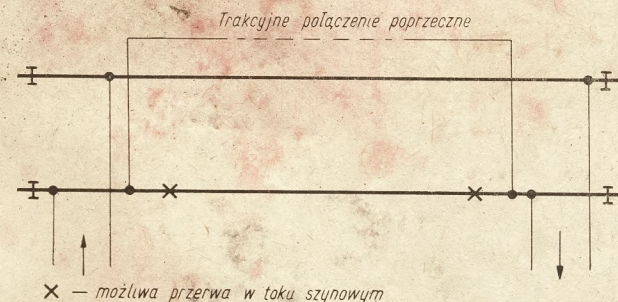
Symulacyjna ocena parametrów obwodów torowych

Wykorzystanie symulacji komputerowej, do oceny parametrów elektrycznych w obwodzie torowym, umożliwia analizę zmian tych parametrów w zależności od warunków eksploatacyjnych. Modelowanie dowolnego obiektu rzeczywistego wymaga wprowadzenia niezbędnych uproszczeń w celu wyeksploatowania parametrów obiektu istotnych z punktu widzenia prowadzonych badań oraz uproszczenia opisu formalnego badanych funkcji obiektu.

W rozpatrywanym przykładzie [8] przyjęto odległość nadajnika od odbiornika 1000 m. Założono, że połączenie poprzeczne (obejściowe) występuje tylko przy nadajniku i odbiorniku. Przedział zmienności oporności podsypki przy-

jeto w przedziale $2 \div 20 \Omega$ km. Wartość oporności bocznikowania przyjęto $0,5 \Omega$. W rzeczywistości wartość ta jest dużo mniejsza, a normatywna wynosi $0,06 \Omega$. Przyjęcie w badaniach symulacyjnych zawyżonej oporności bocznikowania umożliwia bardziej wyraziste pokazanie zmienności badanych parametrów obwodu torowego. Ułatwia to późniejszą analizę porównawczą zmienności badanych parametrów. Charakterystykę szyn symulowano w zależności od częstotliwości prądu sygnałowego obwodu torowego.

Symulacja nie wykraczała poza nadajnik i odbiornik badanego obwodu torowego, tak więc nie uwzględniano wpływu oddziaływań sąsiednich obwodów torowych, które mogą wystąpić, np. przy uszkodzeniu złącz izolowanych. W praktyce w niektórych typach obwodów torowych ten rodzaj uszkodzeń może mieć dalszy ujemny wpływ na ich parametry elektryczne. Schemat symulowanego obwodu torowego pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat obwodu torowego wykorzystanego do symulacji przerw w tokach szynowych

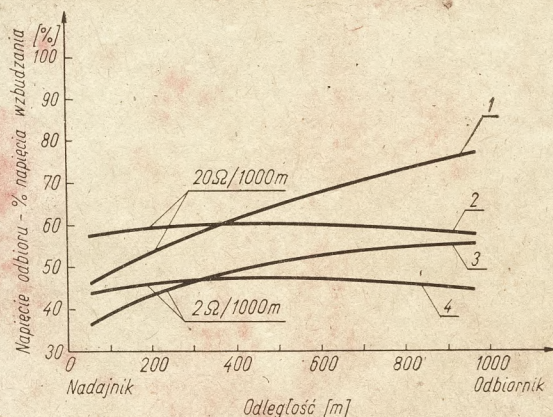
W obliczeniach na zasilaniu przyjęto źródło o stałym poziomie napięcia, przyłączone do obwodu torowego symulowanego skupioną impedancją złożoną. Napięcie odbiornika jest mierzone na wyjściu symulowanego obwodu torowego.

Wynikiem symulacji są wartości napięcia w poszczególnych punktach toru kolejowego, przy bocznikowaniu obwodu torowego opornością bocznikującą $0,5 \Omega$.

Graficzna interpretacja wyników symulacji przedstawia krzywe napięcia w torze, jako procent napięcia nominalnego, funkcji odległości od nadajnika. Przy symulacji wprowadzono dodatkowo zmianę wielkości rezystancji w obwodzie zasilania i odbiornika. W założeniach przyjęto, że 95% napięcia nominalnego wzbudzenia odbiornika powoduje jego wzbudzenie. W badaniach nie uwzględniono przesunięć fazowych napięcia odbiornika względem nadajnika, ponieważ założono oddziaływanie tylko własnego zasilania obwodu torowego.

Na rysunkach 3 i 5 przedstawiono wyniki obliczeń dla obwodu torowego o niskiej częstotliwości prądu sygnałowego, wynoszącej 300 Hz. Do klasy tych obwodów można zaliczyć wszystkie obwody torowe stosowane na PKP o częstotliwości prądu sygnałowego 50 Hz.

Na rysunkach 4 i 6 przedstawiono wyniki obliczeń dla obwodu torowego o wyższej często-



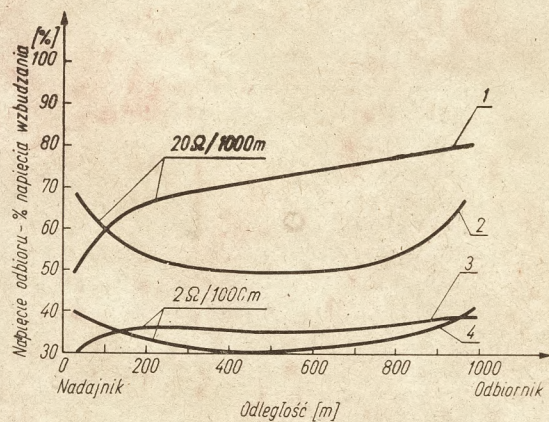
Rys. 3. Obwód torowy o częstotliwości 300 Hz. Rezystancja zasilania $1,0 \Omega$. Rezystancja odbioru $1,0 \Omega$
1 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 2 — szyna bez pęknięcia, 3 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 4 — szyna bez pęknięcia

tliwości prądu sygnałowego, wynoszącej 1750 Hz. Do obwodów torowych tej klasy można zaliczyć bezzłączowe obwody torowe typu SOT-1 oraz SOT-2, które są przewidywane do stosowania na PKP.

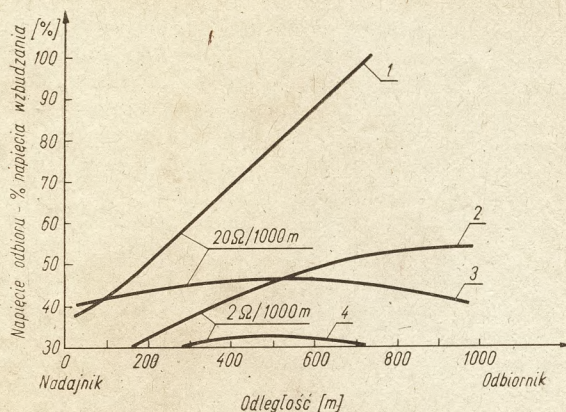
Wyniki symulacji oraz wpływu bocznikowania obwodu torowego na napięcie odbierane z toru, dla prądu sygnałowego o częstotliwości 300 Hz i 1750 Hz, przedstawiono na rysunkach 3 i 4. Pozostałe parametry obwodów torowych są jednakowe. Na wykresach są cztery krzywe; w jednym przypadku są sporządzone dla szyn bez przerwy w ciągłości elektrycznej dla dwóch wartości oporności podtorza $2 \Omega \text{ km}$ i $20 \Omega \text{ km}$ oraz w drugim przypadku — dla szyn z przerwą w pobliżu odbiornika, przy analogicznych opornościach podtorza.

Obwód torowy o częstotliwości prądu sygnałowego 300 Hz bocznikuje się lepiej przy końcach obwodu, natomiast obwód torowy o częstotliwości prądu sygnałowego 1750 Hz — w okolicach środka obwodu.

Rezultat braku ciągłości elektrycznej szyny jest w obu przypadkach bardzo podobny. W



Rys. 4. Obwód torowy o częstotliwości 1700 Hz. Rezystancja zasilania $1,0 \Omega$. Rezystancja odbioru $1,0 \Omega$
1 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 2 — szyna bez pęknięcia, 3 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 4 — szyna bez pęknięcia

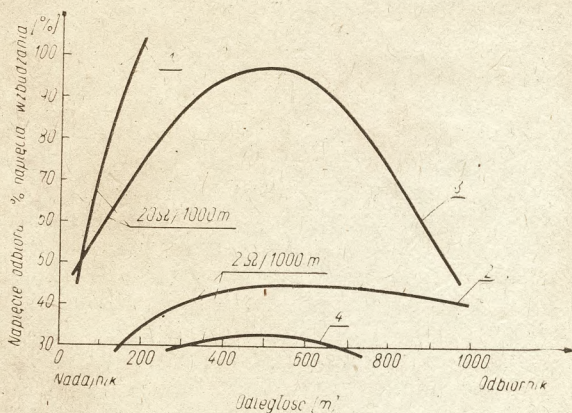


Rys. 5. Obwód torowy o częstotliwości 300 Hz. Rezystancja zasilania $10,0 \Omega$. Rezystancja odbioru $10,0 \Omega$
1 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 2 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 3 — szyna bez pęknięcia, 4 — szyna bez pęknięcia

najgorszym przypadku — w obu obwodach torowych — napięcie w torze wynosi około 80% napięcia nominalnego wzbudzenia odbiornika. Uzyskane wyniki wskazują na możliwości przeregulowania napięcia nadajnika obwodu torowego, przy braku przerw w ciągłości szyn kolejowych i jego normalnej pracy — przy zajmowaniu go przez pociąg. Powyższy przypadek, przy przerwie w ciągłości toku szynowego, może prowadzić do sytuacji niebezpiecznej w ruchu kolejowym, przez to, że nie przechodzi w stan bierny przekątnika torowego, przy zajęciu obwodu torowego przez pociąg.

Przedstawiona analiza wyników wskazuje potrzebę starannej regulacji obwodów torowych — przy zmianie warunków atmosferycznych (zmiana oporności podtorza) i jej bezpośredni wpływ na prawidłowość pracy obwodu torowego — przy przerwach w ciągłości toków szynowych.

Wpływ wzrostu impedancji na końcach obwodu torowego, przy odbiorniku i nadajniku, przedstawiono na rysunkach 3, 6. Obwód torowy o częstotliwości 300 Hz, bez przerwy w ciągłości szyn, może być łatwo wyregulowany



Rys. 6. Obwód torowy o częstotliwości 1700 Hz. Rezystancja zasilania $10,0 \Omega$. Rezystancja odbioru $10,0 \Omega$
1 — szyna bez pęknięcia, 2 — pęknięcie szyny przy odbiorze, 3 — szyna bez pęknięcia

i pracować prawidłowo, natomiast przy przerwie w ciągłości elektrycznej szyny może powstać sytuacja niebezpieczna. Wynika z tego, że tak duże oporności na końcach obwodu torowego nie powinny być przewidywane w obwodach o częstotliwościach rzędu 1750 Hz.

Podsumowując przedstawioną analizę wyników symulacji obwodów torowych, przy powstawaniu przerw w ciągłości elektrycznej toków szynowych, można stwierdzić, że następujące czynniki mają zasadniczy wpływ na prawidłową pracę obwodu torowego:

- wartość impedancji na końcach obwodu torowego,
- wartość impedancji połączeń poprzecznych,
- wartość oporności podtorza,
- lokalizacja zasilania obwodu torowego,
- właściwa regulacja napięcia zasilania w zależności od warunków atmosferycznych.

W opracowaniu obwodu torowego, uodpornionego na przerwy w ciągłości elektrycznej toków szynowych, powyższe czynniki powinny stanowić podstawę jego projektowania.

Techniczna realizacja obwodów torowych o zwiększonej odporności na zakłócenia elektrotrakcyjne

Zakłócenia elektrotrakcyjne występują w obwodach torowych wskutek uszkodzeń w powrotnej sieci trakcyjnej (np. urwanie podłużnego łącznika szynowego, urwanie linki dławikowej, tworzenie się obwodów obejściowych przez uszyny itp.).

Skutkiem ich występowania jest możliwość pojawienia się napięć dostatecznych dla wzbudzenia się przekąźnika torowego przy zajętych przez pociąg obwodzie torowym. Zjawisko to występuje, ponieważ zestawy kołowe pojazdu szynowego — wskutek przerw w powrotnej sieci trakcyjnej — niedostatecznie zwierają zasilania obwodu torowego. Powoduje to brak wyniku bocznikowania obwodu torowego i wykazanie przez niego niezajętości; w konsekwencji może to prowadzić do sytuacji niebezpiecznej dla ruchu kolejowego.

Obwód torowy, w którym występuje wynik bocznikowania zestawami kołowymi, przy przerwach w nieciągłości elektrycznej powrotnej sieci trakcyjnej, określamy jako obwód torowy o zwiększonej odporności na zakłócenia elektrotrakcyjne.

Obwód ten powinien w sposób możliwie najlepszy spełniać zasadnicze czynniki wynikające z analizy wyników symulacji komputerowej. Ponieważ zdecydowana większość obwodów stosowanych na PKP zalicza się do klasy obwodów o niskiej częstotliwości prądu sygnałowego (np. obwody torowe o częstotliwości 50 Hz), podstawą doboru optymalnych parametrów obwodów uodpornionych na zakłócenia elektrotrakcyjne, będą wyniki symulacji uzyskane dla obwodu o częstotliwości 300 Hz (rys. 3 i 5).

Problemem podstawowym dla tej klasy obwodów jest prawidłowa regulacja napięcia na

nadajniku (napięcie zasilania obwodu torowego). Napięcie zasilania, jak wynika z rysunku 3, łatwo reguluje się przy ciągłości powrotnej sieci trakcyjnej; przy przerwie istnieje trudność regulacji lub wręcz — brak możliwości prawidłowej regulacji (rys. 5, górna krzywa). Regulację napięcia zasilania utrudniają dodatkowo zmiany oporności podtorza, zależne od stanu utrzymania nawierzchni torowej oraz warunków atmosferycznych.

W rozważanym przypadku najbardziej korzystną cechą eksploatacyjną obwodu torowego byłaby stabilna wartość napięcia zasilania, uniezależniona od zmiany warunków atmosferycznych i obecnego stanu nawierzchni. Praktycznie wynik taki można uzyskać obciążając na końcach obwodów torowych niską impedancję symetrycznie. Jedną z realizacji technicznych w obwodach torowych, omawianej właściwości eksploatacyjnej, było wprowadzenie obwodu torowego z dławikiem transformatorem. Stabilizację amplitudy napięcia zasilania uzyskano, rezygnując z obwodu rezonansowego w dławiku torowym, zlokalizowanym w miejscu zasilania obwodu torowego (odłączono kondensator w układzie rezonansowym). Dławik torowy, bez włączonego układu rezonansowego, dla prądu sygnałowego o częstotliwości 50 Hz wykazuje impedancję około $0,7\Omega$.

Przedstawione rozwiązanie umożliwiło jednorazową regulację napięcia zasilania obwodu torowego w granicach $9\div 10V$ i jego prawidłową pracę przy zmianach warunków atmosferycznych. Istotną cechą tego rozwiązania jest wykrywanie przerw w ciągłości elektrycznej powrotnej sieci trakcyjnej. Umożliwia to wykrywanie uszkodzeń mogących prowadzić do sytuacji niebezpiecznej dla ruchu kolejowego. Kolejnym etapem w rozwoju przedstawionej koncepcji uodpornienia obwodu torowego na zakłócenia elektrotrakcyjne było symetryczne obciążenie impedancją o małej wartości obu końców obwodu torowego. Uzyskano to odłączając kondensatory w układach rezonansowych obu dławików torowych. Przesunięcie zasilania z jednego końca obwodu na jego środek umożliwiło pełną symetryzację obwodu torowego. Zdecydowanie zmniejszyła się możliwość wzbudzenia się przekąźnika torowego od własnego źródła zasilania, przy przerwach w powrotnej sieci trakcyjnej. Ponadto uzyskano dodatkowo możliwość poprawnej pracy obwodu torowego przy obniżonej oporności podtorza poniżej wartości normatywnej, wynoszącej 1Ω km. Obwód jednorazowo wyregulowany, w granicach $9\div 19V$, nie wymaga regulacji poziomu napięcia przy zmianie oporności podtorza, która zależy od wielu czynników, między innymi, od stanu utrzymania nawierzchni kolejowej oraz warunków atmosferycznych. W instrukcji utrzymania obwodów zasilanych pośrodku podkreśla się zbędność regulacji poziomu napięcia zasilania, co zapobiega możliwości przeregulowania obwodu torowego, a w konsekwencji — doprowadzenia do sytuacji niebezpiecznej dla ruchu kolejowego. Istotną cechą obwodu torowego zasilanego pośrodku jest dobre bocznikowanie

obwodu przez zestawy kołowe w przypadkach przerw w ciągłości elektrycznej toków szynowych. Na rysunku 3, a szczególnie na rysunku 4 widać pogorszenie właściwości bocznikowania obwodu torowego na jego środku, w stosunku do zasilania znajdującego się na początku obwodu torowego. Przesunięcie zasilania na środek obwodu poprawia zasadniczo warunki bocznikowania i uniemożliwia powstanie sytuacji, w której, przy zajęciu przez pociąg obwodzie torowym, przekątnik pozostaje w stanie wzbudzonym. Wskutek przesunięcia zasilania na środku obwodu torowego powstała możliwość umieszczenia na końcach obwodu przekątników torowych. Zastosowanie dwóch przekątników torowych w obwodzie zasilanym pośrodku, poza dodatkowymi możliwościami funkcjonalnymi (np. zastosowanie w sbl typu Ea), spowodowało zwiększenie niezawodności działania obwodu torowego. Wynika to z rozwiązania układu zależnościowego, w którym dla przejścia obwodu torowego w stan nie zajęty potrzebne jest przejście obu przekątników w stan czynny (zasada iloczynu logicznego).

Omówione właściwości obwodów torowych oraz dławika transformatora zasilanego pośrodku, na tle wyników z symulacji komputerowej, zostały w pełni potwierdzone w kilkuletnich badaniach eksploatacyjnych. Obwody te umożliwiły dalsze wdrażanie systemów sterowania ruchem kolejowym, pomimo pogorszenia się stanu utrzymania nawierzchni kolejowej oraz powrotnej sieci trakcyjnej.

Podsumowanie

Przedstawione rozważania wykazują potrzebę doskonalenia rozwiązań w konstrukcji obwodów torowych, w celu ich dostosowania do zmieniających się warunków eksploatacji. Przy wzroście ciężaru i prędkości pociągów, obwody o klasycznych rozwiązaniach nie zawsze mogą spełniać stawiane im wymagania. Należy wyraźnie podkreślić, że pogarszanie się warunków eksploatacji obwodów torowych nie jest tylko specyfiką polską, występuje to również w innych — przodujących pod względem utrzymania nawierzchni — zarządkach kolejowych, przykładem tego jest tematyka prac [8, 9].

Modernizacja obwodów torowych powinna więc być procesem ciągłym, nie tylko nadążającym za zmieniającymi się warunkami eksploatacji, ale nawet, w miarę możliwości, wyprzedzającym zachodzące zmiany. Takie działanie zapobiegne powstawaniu sytuacji kryzysowych, co miało miejsce w przypadku obwodów torowych w latach 1973—1976. Gwałtowny wzrost liczby uszkodzeń w obwodach torowych, niebezpiecznych dla ruchu kolejowego, spowodował gwałtowne negowanie podstawowej funkcji systemów sterowania ruchem kolejowym, którą jest bezpieczne i sprawne prowadzenie ruchu pociągów. Trzeba było kilkuletnich prac, aby metoda kolejnych prób i błędów doprowadziła do uzyskania zmodyfikowanych rozwiązań obwodów torowych, dostosowanych do o-

becnych warunków eksploatacji. Nabyte doświadczenia umożliwiły, na obecnym etapie, rozpoczęcie prac, w wyniku których powstają obwody torowe dostosowane do przyszłych wymagań eksploatacji, jak np.: liniowy bezzłączowy obwód torowy, stacyjny bezzłączowy obwód torowy, bezzłączowy obwód torowy zwrotnicowy itp.

W rozpatrywanej problematyce ważnym zagadnieniem jest znalezienie odpowiedzi na pytanie czy prace naukowo-badawcze, mające na celu opracowanie nowych lub zmodernizowanych obwodów torowych, powinny być prowadzone bardzo kosztowną i czasochłonną metodą kolejnych przybliżeń. Sprowadza się ono do opracowywania kolejnych, laboratoryjnych modeli obwodu torowego oraz ich weryfikacji w warunkach rzeczywistych. Przykładowo, do opracowania — omawianych w rozdziale 4 — obwodów torowych przeanalizowano i przebadano około 20 koncepcji rozwiązań obwodów torowych.

Jedyną odpowiedzią na powyższe pytanie jest odpowiedź negatywna; powyższa metoda jest zdecydowanie mało efektywna.

W pracach naukowo-badawczych zajmujących się problematyką obwodów torowych, w celu zwiększenia ich efektywności należy wprowadzić w większym zakresie metody informatyczne. Na obecnym etapie wydaje się najważniejsze modelowanie matematyczne obwodów torowych, umożliwiające zastosowanie symulacji komputerowej. Będzie to szczególnie przydatne na etapie weryfikacji koncepcji wstępnych oraz jako metoda oceny uzyskanych pomiarów i wniosków z badań eksploatacyjnych.

Bibliografia:

- [1] Baier K., Dyduch J.: *Prace naukowo-badawcze w problematyce obwodów 1978—1980*. Automatyka Kolejowa 1978 nr 4
- [2] Dyduch J., Maciejewski A.: *Obwód torowy w dwukierunkowej samoczynnej blokadzie liniowej typu Ea*. Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny 1977 nr 10
- [3] Dyduch J.: *Problemy współpracy nawierzchni kolejowej z urządzeniami zrk*. Drogi Kolejowe 1981 nr 2
- [4] Dyduch J.: *Stacyjny obwód torowy zasilany pośrodku*. Automatyka Kolejowa 1979 r 2
- [5] Dyduch J.: *Tendencje rozwojowe systemów sterowania ruchem na linii kolejowej*. Automatyka Kolejowa 1980 nr 3
- [6] Kempny J.: *Doświadczenia eksploatacyjne z pracy obwodów torowych na PKP (części I i II)*. 1980 nr 10 i 11—12
- [7] Kuciak W.: *Obwód torowy z dławikiem transformatorem*. Automatyka Kolejowa 1978 nr 1
- [8] Miller C.D.: *Traction CrOSS — bonds and a.c. track circuits*. Railway Gazette Internationale
- [9] Morehouse Ch. E.: *Cross — bonding and power return practices*. AT The Signals Session APTA Rapid Transit Conference San Francisco — California, 1980 czerwiec

Sposób określenia współczynnika strat na wiązce łączy międzycentralowych

Uwagi ogólne

Wielkością charakteryzującą pracę centrali jest sprawność usługowa, tj. zdolność załatwiania połączeń telefonicznych w miarę napływających zgłoszeń.

Na sprawność centrali składa się sprawność poszczególnych dróg komutacyjnych jak i wiązek łączy międzycentralowych. Miara ilościową sprawności usługowej jest tzw. współczynnik strat B określony wzorem:

$$B = \frac{C_s}{C_{ofer}} = \frac{C_s}{C_z + C_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

C_s — połączenia stracone,
 C_{ofer} — połączenia oferowane,
 C_z — połączenia załatwione.

Ze wzoru wynika, że współczynnik B jest określony przez stosunek połączeń straconych (nieodoszłych do skutku z powodu braku dróg połączeniowych) do ogólnej liczby połączeń oferowanych.

W sieci telefonicznej PKP współczynnik B przyjęto dla połączeń miejscowych 1%, a dla połączeń zamiejscowych 5%.

W praktyce eksploatacyjnej zdarzają się przypadki przeciążenia ruchowego poszczególnych wiązek łączy, to jest pogorszenia jakości załatwianego ruchu, a więc powiększenie współczynnika strat B . Dotychczasowa ocena tego zjawiska jest w zasadzie subiektywna, gdyż nie ma obiektywnej metody do określenia wartości współczynnika B .

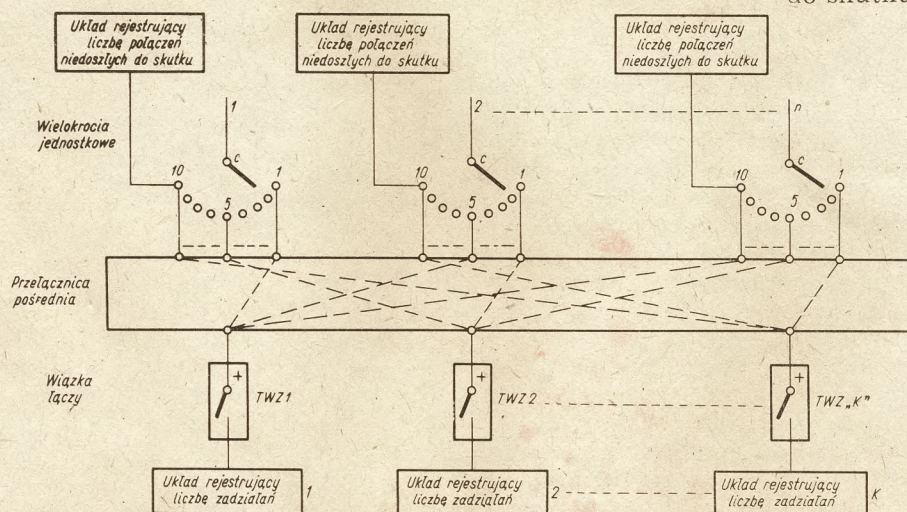
Należy nadmienić, że pogorszenie jakości załatwianego ruchu na danym kierunku (wiązce) może występować tylko dla grupy źródeł (abonentów), a dla innej grupy może nie występować odczuwalne pogorszenie. W KATS Kraków — Dyrekcja podjęła próbę opracowania sposobu wraz z odpowiednim układem umożliwiającym ocenę współczynnika strat na danej wiązce.

Określenie współczynnika strat B

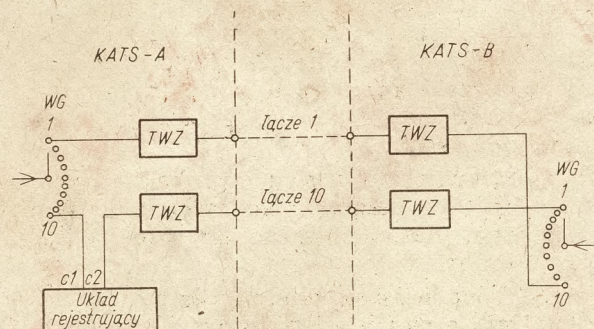
Chcąc określić współczynnik B , należy określić liczbę połączeń straconych i liczbę połączeń oferowanych (załatwionych oraz straconych). A zatem, do określenia B są potrzebne dwa układy — jeden obliczający liczbę połą-

czeń straconych (nieodoszłych do skutku) i drugi układ obliczający liczbę połączeń załatwionych. Na rysunku 1 przedstawiono sposób włączenia wyżej wymienionych układów zliczających do określenia współczynnika B na wiązce łączy o liczbie 1-K, przy zajmowaniu z wielokroci jednostkowych o liczbie 1-n. W tym przypadku współczynnik B będzie określony według następnego wyrażenia:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n \text{wskazania liczników układów rejestrujących połączenia nieodoszłe do skutku} \times 100\%}{\sum_{i=1}^k \text{wskazania liczników układów rejestrujących liczbę zadziałań} + \sum_{i=1}^n \text{wskazania liczników układów rejestrujących połączenia nieodoszłe do skutku}}$$



Rys. 1. Schemat układu umożliwiającego określenie współczynnika strat na wiązce łączy międzycentralowych



Rys. 2. Schemat włączenia układu rejestrującego połączenia nieodoszłe do skutku (stracone)

Układ rejestrujący połączenia niedoszło do skutku

Na rysunku 2 przedstawiono sposób włączenia układu przy wykorzystaniu pełnej dostępności ($d = 10$) poziomu, natomiast na rysunku 3, gdy wykorzystana jest niepełna dostępność. Schemat ideowy układu przedstawiono na rysunku 4. Układ składa się z 4 przełączników (3 płaskich i 1 kontaktronu) oraz licznika statystycznego. Układ został zamontowany na korpusie wybieraka grupowego (rys. 5), a tym samym ma charakter przenośny i nadaje się do wbudowania w dowolny stojak WG.

Przy rozpatrywaniu zasady pracy układu według rysunku 2, interesujące są dwa przypadki. Pierwszy, gdy wiązka jest dostępna oraz następuje wzięcie do pracy łącza z ostatniej pozycji (10 krok) i w dalszym ciągu napływają wywołania, a drugi przypadek, kiedy wiązka jest niedostępna.

Dla pierwszego przypadku stosowana jest blokada licznika, którą osiągnięto w sposób następujący: w stanie spoczynku działa przełącznik B, który otrzymuje plus po przewodzie c2 z translacji. Przełącznik B odłącza przełącznik A od przewodu c1. W momencie zajęcia translacji zadziała przełącznik D, a zwolni się przełącznik B. Różnica czasowa pomiędzy zadziałaniem przełącznika D a zwolnieniem B uniemożliwia zadziałanie przełącznika A, a tym samym nie może zadziałać przełącznik C, który steruje licznikiem. W tej sytuacji, gdy napływają dalsze wywołania i wiązka staje się niedostępna, zliczanie liczby połączeń niedoszłych do skutku jest zablokowane.

Dla drugiego przypadku rozpatrujemy sytuację, gdy wszystkie pozycje od 1 do 10 są niedostępne w danej chwili; przy czym niedostępność pozycji 10 wynika z zajęcia łącza przynależnego tej pozycji w ruchu przychodzącym (od centrali B — rys. 2) lub jego blokady (w centrali A — rys. 2). W tej sytuacji zostaje zabrany plus z przewodu c2, co powoduje zwolnienie przełącznika B. Przełącznik B przyłącza przełącznik A do przewodu c1 oraz przygotowuje obwód przełącznika C. Jeżeli teraz napływają wywołania, to na przewodzie c1 pojawia się minus od wybieraka przeprowadzającego próbę pozycji 10 i tworzą się warunki do zadziałania przełącznika A. Przełącznik A włącza przełącznik C, a ten z kolei licznik. W ten sposób każda próba negatywna na ostatniej (10) pozycji będzie powodowała zadziałanie przełącznika A, a tym samym i licznika. Licznik będzie zliczał połączenia, które niedoszły do skutku.

Z przedstawionego opisu wynika, że układ rejestruje liczbę połączeń niedoszłych do skutku z błędem (dla pierwszego przypadku), który jest ujemny.

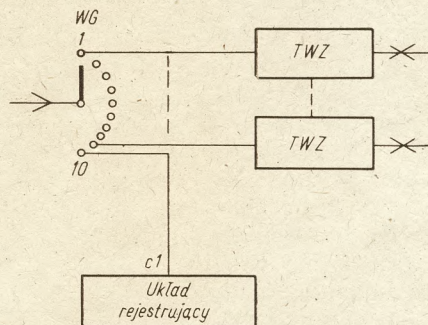
Prawdopodobieństwo błędu może być zmniejszone, jeżeli łącze — do którego podłączono (na wychodzącą żyłę c) urządzenie rejestrujące — będzie zajmowane ze współpracujących central z różnych pozycji, co zostało zilustrowane na rysunku 2.

Przedstawiony opis dotyczy przypadku o dostępności $d = 10$. Jeżeli $d < 10$, to urządzenie rejestrujące należy włączyć zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 3.

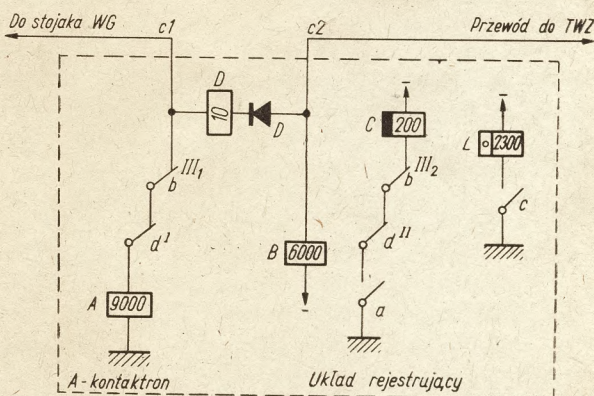
W tej sytuacji przypadek pierwszy nie ma miejsca i w związku z tym zliczanie połączeń niedoszłych do skutku nie jest obciążone błędem.

Układ rejestrujący liczbę zadziałań

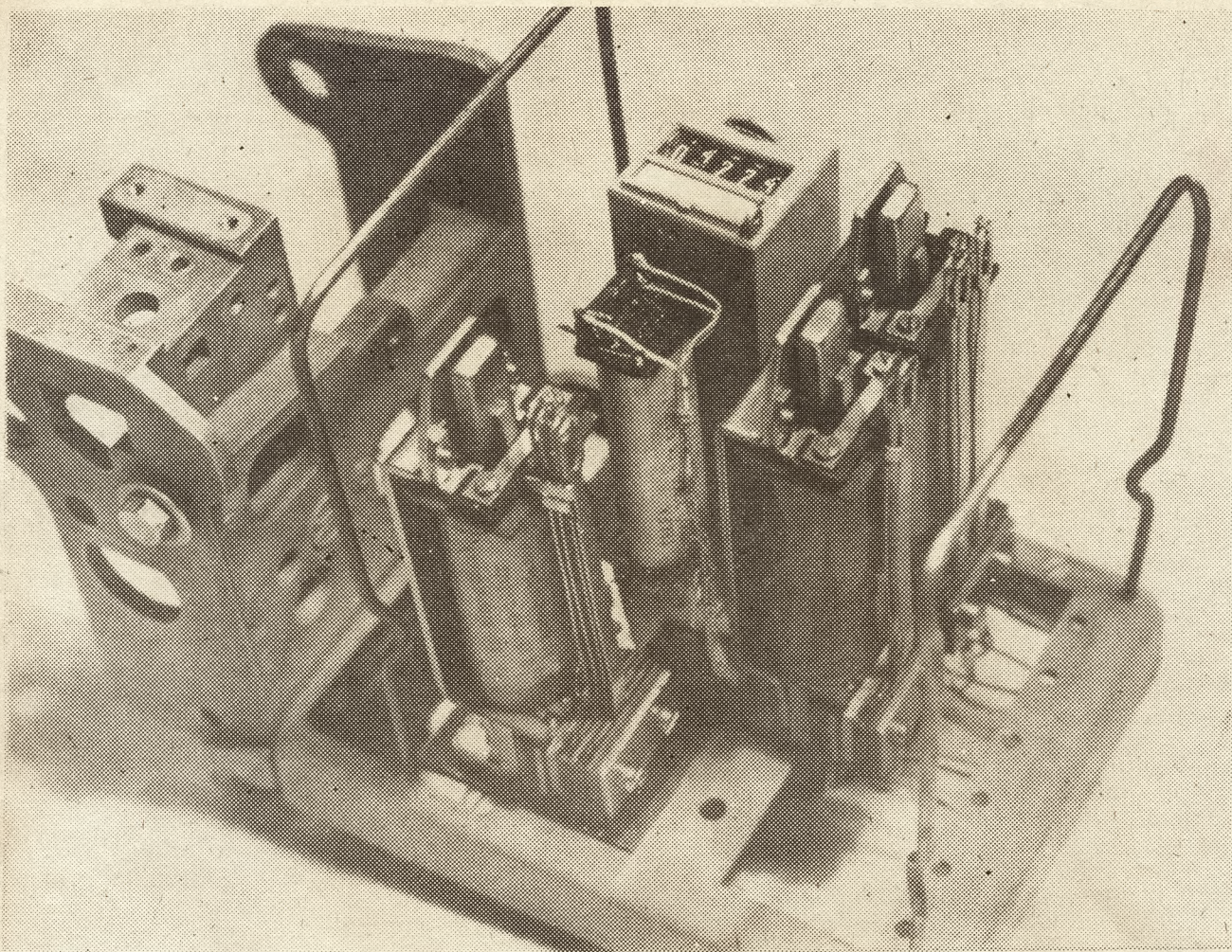
Układ rejestrujący (rys. 6) składa się z dwóch przełączników A i B i licznika statystycznego. Sterowanie układu odbywa się przez przyłożenie plusa „ziemi” na przewód r. Zasada działania jest następująca: z chwilą zajęcia obserwowanego zespołu TWZ pojawia się na przewodzie r plus, co powoduje zadziałanie przełącznika A, który włącza przełącznik B. Przełącznik B podtrzymuje się własnym zestykiem b^{III} , który przerywa obwód przełącznika A. W ten sposób przełącznik A zadziałał i zwolnił się, co powoduje powstanie impulsu, który wystereuje licznik statystyczny. Jeden impuls odpowiada jednemu zajęciu obserwowanego zespołu TWZ. A zatem liczba impulsów, zarejestrowana przez licznik, będzie odpowiadała liczbie zadziałań obserwowanego zespołu TWZ. Z chwilą zwolnienia obserwowanego zespołu TWZ, następuje zanik plusa na przewodzie r i układ wraca do stanu spoczynkowego.



Rys. 3. Sposób włączenia układu rejestrującego połączenia niedoszło do skutku, w przypadku gdy liczba łączy wychodzących z wielokrotności jednostkowej < 10



Rys. 4. Schemat układu rejestrującego połączenia niedoszło do skutku



Rys. 5. Zdjęcie układu rejestrującego połączenie niedoszło do skutku

Fot. Józef Jauernig

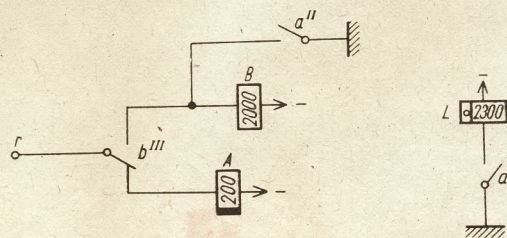
Na rysunku 7 przedstawiono sposób przyłączenia układu do różnych typów translacji, natomiast na rysunku 8 — panel z wbudowanymi 5 układami rejestrującymi. Wykonanie w formie panelowej ułatwia zabudowę w typowe stojaki KATS.

Wnioski

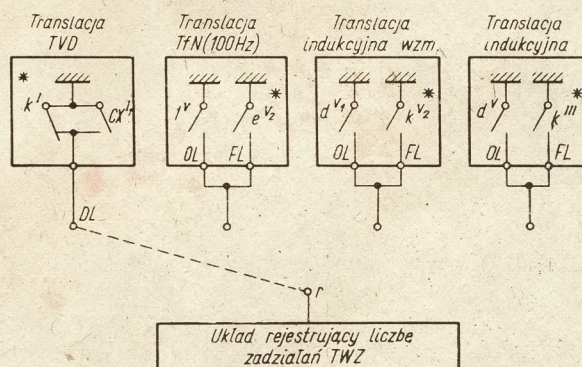
Wtedy, gdy stwierdzi się wzrost strat dla pewnych wiązek łączy, należy przeprowadzić pomiar natężenia ruchu załatwianego przez te wiązki. Pomiar ten można wykonać za pomocą miernika piszącego Wareg 4 (rys. 9). Sposób przyłączenia miernika piszącego Wareg 4 do wiązki łączy przedstawiono na rysunku 10. Na podstawie otrzymanych wyników można ocenić obciążalność danej wiązki.

Niezadowalająca jakość załatwianego ruchu może być spowodowana nie tylko przez niedostateczne wyposażenie komutacyjne lub brak łączy, ale również może być spowodowana przez:

- brak wyrównania ruchu (nierównomiernego obciążenia poszczególnych wielokroci jednostkowych;
- uszkodzenia, w szczególności niezajmowanie niektórych dróg połączeniowych.

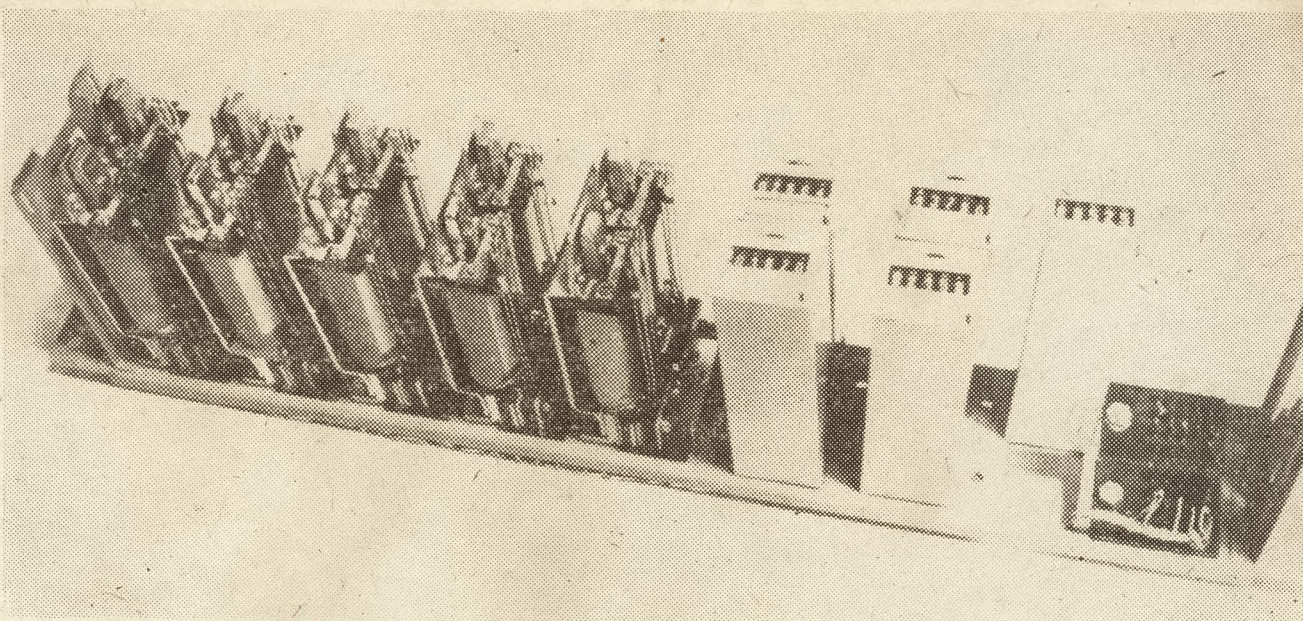


Rys. 6. Schemat układu rejestrującego liczbę zadziałań TWZ



* Zestyki zaizolować

Rys. 7. Schemat dołączenia układu rejestrującego liczbę zadziałań do różnych TWZ

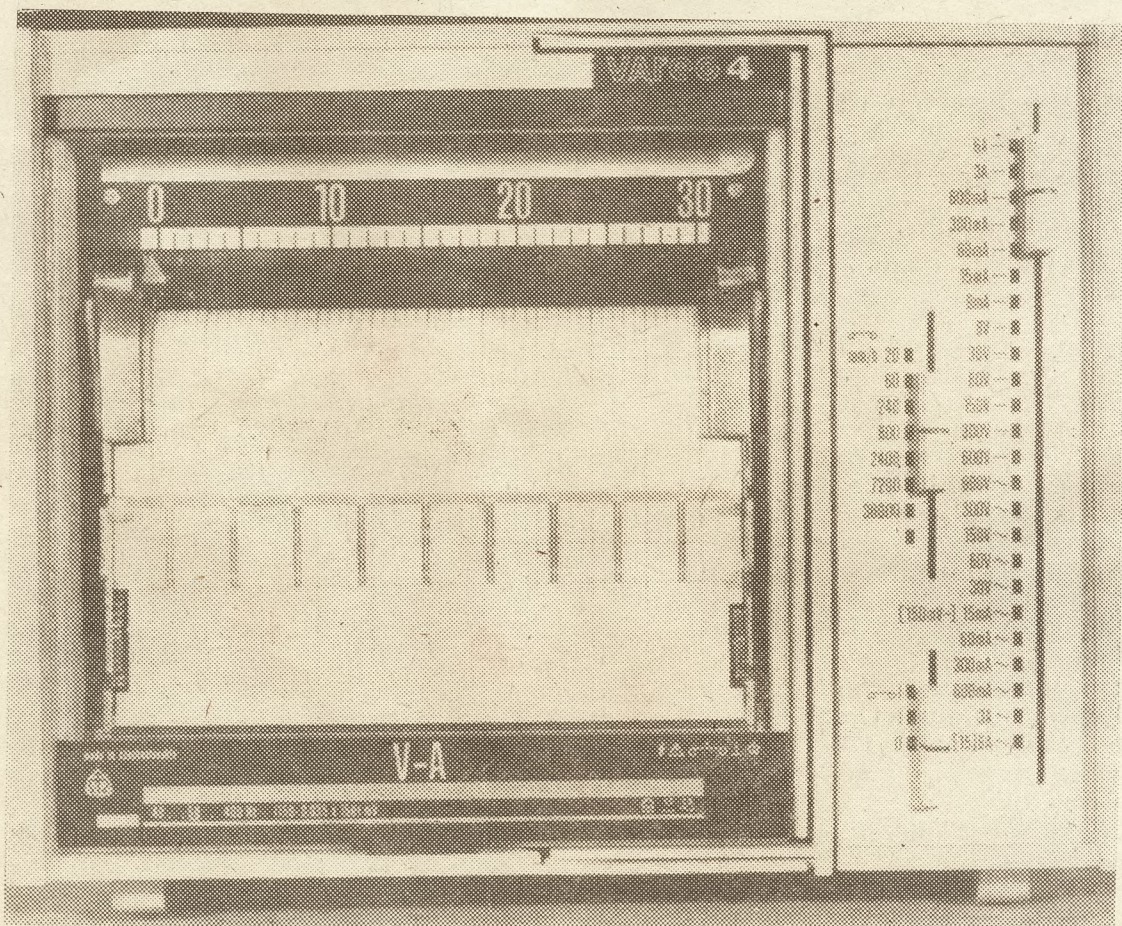


Rys. 8. Zdjęcie panelu z wbudowanymi układami rejestrującymi liczbę zadziałań TWZ

Fot. Józef Jauernig

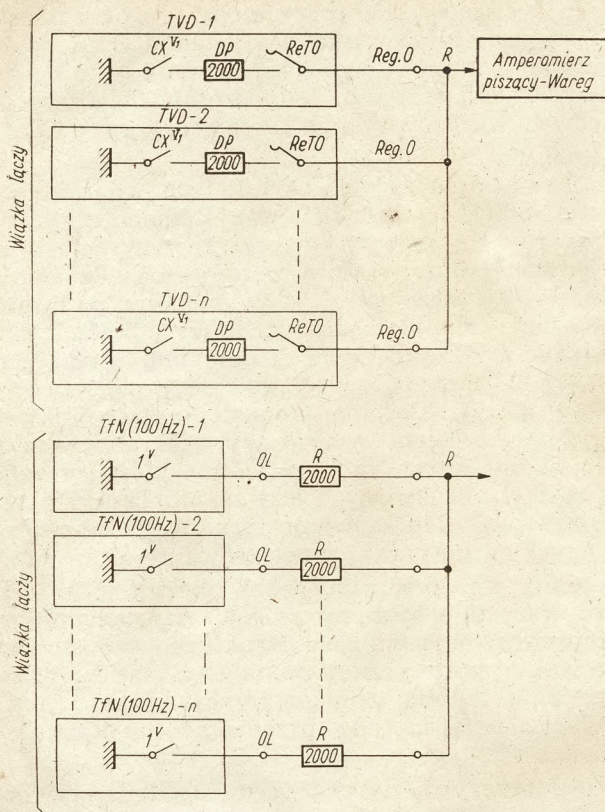
Ze wskazań poszczególnych układów rejestrujących liczbę połączeń niedoszłych do skutku i układów obliczających liczbę zadziałań można wyciągnąć wnioski dotyczące wspomnianych przyczyn przeciążeń ruchowych. Należy nadmienić, że niezajmowanie dróg połączeniowych może być spowodowane nie tylko przerwami (na żyłę c) okablowania,

ale również niewłaściwą regulacją w ruchu obrotowym wybieraków grupowych, które nie dokonują próby pozytywnej na niektórych pozycjach, mimo że pozycje te cechuje dostępność. Uwaga ta odnosi się do wybieraków grupowych 6 przełącznikowych o szybkim ruchu obrotowym. Wydaje się, że zagadnienie niezajmowania wolnych dróg połączeniowych



Rys. 9. Zdjęcie miernika piszącego — Wareg 4

Fot. Józef Jauernig



Rys. 10. Schemat włączenia miernika piszącego (Wagreg) rejestrującego liczbę zajętych łączy w wiązce

przez wybieraki jest przez personel utrzymania obecnie niedoceniane, a jest to jeden z czynników powodujących wzrost współczynnika strat i w związku z czym, należy kontrolować prawidłowość przeprowadzenia próby przez wybieraki i to na wszystkich poziomach. Przeprowadzone badania wykazały, że ten sam wybierak, na tych samych pozycjach (krokach), ale różnych poziomach, na jednym przeprowadza próbę, a na innym — nie.

mgr inż. KRZYSZTOF GROCHOWSKI

Instytut Transportu
Politechniki Warszawskiej

Symulacyjna metoda oceny wydajności systemów sterowania ruchem kolejowym

Synteza pracy doktorskiej*)

System sterowania ruchem jest wielkim systemem, o wielowarstwowej i hierarchicznej strukturze. W systemie tym można wyróżnić:

- systemy zabezpieczenia ruchu w okręgach nastawczych;
- systemy sterowania ruchem w okręgach sterowania;
- systemy kontroli i optymalizacji sterowania w rejonach sieci;
- system planowania sterowania ruchem.

Praktycznie systemy sterowania ruchem stanowią:

- nastawniczy wraz z zespołem urządzeń zabezpieczenia ruchu w okręgu nastawczym;
- dyżurny ruchu wraz z zespołem urządzeń sterowania ruchem w stacyjnym lub liniowym okręgu sterowania;
- dyspozytor stacyjny, odcinkowy lub rejonowy

*) Praca obroniona w Instytucie Transportu Politechniki Warszawskiej w 1979 roku. Promotor pracy: prof. dr hab. Mirosława Dąbrowa-Bajon. Recenzenci: prof. Antoni Kiliński, doc. dr hab. Stanisław Karaś.

nowy wraz z zespołem urządzeń kontroli dyspozytorskiej;

- zespoły planistów wraz ze środkami umożliwiającymi zbieranie danych statystycznych, przetwarzanie informacji i planowanie długookresowe.

Systemy sterowania ruchem należą więc do systemów typu człowiek-maszyna, tzn. do systemów, których integralną część stanowi człowiek współpracujący z układem maszynowym. Jest oczywiste, że w procesie projektowania nie można pominąć analizy związków zachodzących pomiędzy człowiekiem i maszyną częścią systemu.

Charakterystyki obiektów ludzkich oraz obiektów technicznych funkcjonujących w realnych systemach są zależne od siebie. Nie można więc badać, diagnozować i oceniać żadnego systemu, ani obiektów technicznych należących do danego systemu bez analizy wpływu czynnika ludzkiego na jego działanie.

Szczególnie w projektowaniu dużych systemów sterowania ruchem w transporcie kolejowym, obejmujących linię kolejową wraz ze stacjami lub dużym węzłem kolejowym wraz z od-

cińkami linii zbiegających się w nim, daje się zauważyć brak metody pozwalającej na określenie psychicznego obciążenia operatora we wszystkich analizowanych wariantach zasięgu rejonu, zakresu przekazywanych człowiekowi informacji, zakresu działalności ludzkiej i przy określonym natężeniu ruchu w poszczególnych fragmentach układu torowego.

Badanie zależności zachodzących pomiędzy czynnościami człowieka, działaniem systemu i efektami tego działania jest stosunkowo proste jeżeli istnieje (w rzeczywistości lub w założeniu możliwym do przyjęcia) powtarzalne, wzajemne następstwo czynności ludzkich i określonych działań urządzeń, a te czynności i działania dają się pogrupować w cykle rozdzielne w czasie.

W zależności od stopnia automatyzacji systemu i przynależności systemu do określonej warstwy struktury hierarchicznej, rola człowieka może być dość różnorodna. Może on pełnić funkcje elementu sterująco-wykonawczego i wówczas wydajność systemu jest najczęściej bezpośrednio limitowana „fizyczną” wydajnością pracy człowieka. Człowiek może również pełnić funkcje kontrolno-decyzyjne i w tym przypadku dużą rolę zaczyna odgrywać jego wydajność „psychiczna”.

W rzeczywistych dużych systemach sterowania ruchem mamy do czynienia z działaniami równoległymi realizowanymi przez maszynową część systemu i narzucającymi pewne wymagania stawiane operatorowi, zależne od takich parametrów jak np. wielkość rejonu, aktualna liczba i prędkość pojazdów znajdujących się w rejonie, konfiguracja i wymiary elementów układu torowego, sposób przekazywania informacji itp. Zakładając, realny w warunkach kolejnictwa polskiego, dobór operatorów i ich kwalifikacje, można przyjąć istnienie pewnych parametrów granicznych, charakteryzujących możliwość wykonania przez nich określonych obowiązków. Stąd wynikają ograniczenia, które należy uwzględnić w procesie projektowym, dotyczące np. wielkości obszaru charakteryzującego się określoną wielkością pracy ruchowej lub wydajności takiego systemu mierzonej natężeniem pracy ruchowej w określonym obszarze, będące konsekwencją przyjętego zakresu obowiązków operatora, zakresu przekazywanych mu informacji itd.

Z uwagi na małą powtarzalność istotnych danych oraz brak uniwersalnej metody teoretycznej opisującej działalność człowieka w systemie, należy wnioskować, że tylko metody symulacyjne umożliwiają prowadzenie badań w tym zakresie i ułatwiają wyciąganie właściwych wniosków na etapie prac projektowych.

Zawarty w pracy przegląd znanych modeli działalności człowieka potwierdza brak podstaw do przyjęcia innej, bardziej uogólnionej formy opisu tej działalności.

Celem pracy jest określenie możliwości wykorzystania metod symulacyjnych dla wspomagania procesów decyzyjnych w projektowa-

niu systemów srk, przez identyfikację sytuacji technicznej człowieka w systemie oraz opracowanie metody oceny tej sytuacji jako oceny wydajności systemu. Jednocześnie należy opracować wskazówki umożliwiające korzystanie z tych nowych środków.

Brak precyzyjnie określonych charakterystyk obiektów ludzkich w systemach sterowania ruchem kolejowym oraz teoretycznie uzasadnionej uniwersalnej metody opisu działania człowieka w systemie, która mogłaby, po ewentualnej adaptacji do warunków kolejowych, służyć przedstawionym celom, zmusza do opracowania metody uwzględniającej podstawowe (oczywiste) założenia, a następnie do jej weryfikacji. Celem weryfikacji jest usunięcie z wyników stosowanej metody wpływu ewentualnych brakujących czy niedokładnych założeń oraz dopracowanie wskazówek pozwalających na jej praktyczne stosowanie.

Ponieważ przeprowadzona analiza wykazała, że wszystkie systemy sterowania ruchem kolejowym mają zbliżoną strukturę — dla opracowania syntetycznej metody wystarczy przebadanie jej dla jednego przykładu. Weryfikacja metody przebiegać musi dwutorowo:

- przez praktyczną ocenę zgodności wyników uzyskanych przy wykorzystaniu tej metody podczas procesu projektowania, ze stanem rzeczywistym po zbudowaniu systemu;

- przez opracowanie wskazówek (instrukcji) korzystania z metody, uwzględniających wyniki testowania jej dla istniejących systemów.

Wymaga to, w pracach nad tą metodą, opierania się na przykładowym, rzeczywiście istniejącym systemie sterowania ruchem.

W tym celu stworzono model symulacyjny DYSP przykładowego systemu sterowania ruchem, jakim jest system kontroli dyspozytorskiej, wykorzystując istniejący [3] model symulacyjny ruchu kolejowego SYMA rozbudowując go o:

- możliwość wczytania danych związanych ze sposobem przekazywania informacji człowiekowi;

- procedury symulujące działanie (reakcje) człowieka;

- możliwość wyboru właściwej procedury symulacyjnej;

- procedury pomocnicze dla wstępnego opracowania wyników symulacji.

Program symulacyjny DYSP operuje danymi opisującymi strukturę układu sieci kolejowej oraz stan urządzeń sterowania ruchem, jak również danymi pomocniczych dla organizacji procesu obliczeniowego, przygotowanych w postaci właściwej dla programu SYMA, służącego innym celom oraz danymi opisującymi położenie elementów sygnalizacyjnych odpowiadających właściwym elementom tego układu a obrazującym położenie pojazdów i stany urządzeń służących do sterowania ich ruchem (sygnalizatorów), przygotowanych specjalnie dla programu DYSP.

Z uwagi na najczęściej występujący kształt

planów świetlnych wskazane jest, dla określenia położenia elementów sygnalizacyjnych, posługiwanie się współrzędnymi walcowymi w postaci (R, α, Z) gdzie:

R — promień wodzący rzutu prostopadłego punktu na płaszczyznę przechodzącą przez oś OX i dolną krawędź planu świetlnego;

α — długość azymutalna tego rzutu (kąt tworzony przez promień wodzący i oś OX);

Z — odległość punktu od jego rzutu.

W podobny sposób należy określić położenie urządzeń sygnalizacyjnych przekazujących informacje w sposób graficzny, np. tekstem. Typowym wyposażeniem dyspozytur są: dalekopis i drukarka mozaikowa, służące do przekazywania pewnych informacji o charakterze statystycznym, informacji docierających z innych rejonów dyspozytorskich lub informacji szczególnej wagi, np. wiadomości o wjeździe kolejnego pociągu w obszar rejonu.

Opracowane zostały dwie podstawowe procedury symulacji działania dyspozytora pracującego w trybie nadzoru (kontroli) pracy systemu:

— procedura ZOIS (B, EL) — dla symulacji odbioru pojawiającej się ($B = 1$) lub zmieniającej ($B = 0,9$) informacji przekazywanej w sposób świetlny przez element sygnalizacyjny dotyczący elementu EL układu torowego,

— procedura ING (L, N) — dla symulacji odbioru pojawiającej się informacji alfanumerycznej o L znakach na urządzeniu graficznym o numerze N .

Procedury te zostały napisane w oparciu o opracowane podstawowe algorytmy działania człowieka w systemie sterowania ruchem kolejowym.

Realizację właściwej procedury symulującej działanie człowieka uzyskano przez wprowadzenie wywołania właściwych procedur w tych miejscach programu symulacyjnego, w których generowane są zdarzenia sygnalizowane dyspozytorowi.

W trakcie wykonywania programu określona zostaje:

1) chwila i rodzaj generowanej wiadomości przekazywanej dyspozytorowi;

2) liczba LI (LP) wiadomości przekazywanych dyspozytorowi i liczba LB (LP) wiadomości, których odbiór był zakłócony — dla każdego odcinka czasu — w którym w rejonie nie zmieniała się liczba pociągów LP . Za błędnie odebraną lub zakłóconą wiadomość uznaje się tę, która pojawiła się w czasie:

— odbioru poprzedniej wiadomości przez dyspozytora,

— interpretacji poprzedniej wiadomości przez dyspozytora,

— dekoncentracji uwagi, czyli w czasie krótszym niż $0,5$ s od momentu zakończenia odbioru lub interpretacji wiadomości poprzedniej.

Przy każdej zmianie liczby pociągów w rejonie następuje obliczenie wartości:

a) wskaźnika WI (LP) określającego średnie natężenie wiadomości przekazywanych

dyspozytorowi we wszystkich n odcinkach czasu T , w których w rejonie znajdowała się ta sama liczba pociągów LP

$$WI(LP) = \frac{\sum_{i=1}^n LI(LP)_i}{LP \sum_{i=1}^n T(LP)_i}$$

b) wskaźnika WB (LP) określającego średnie natężenie wiadomości, których odbiór był zakłócony w czasie j.w.

$$WB(LP) = \frac{\sum_{i=1}^n LB(LP)_i}{LP \sum_{i=1}^n T(LP)_i}$$

c) wskaźnika WB/WI (LP) określającego średni udział wiadomości, których odbiór był zakłócony w czasie j.w.

$$WB/WI(LP) = \frac{\sum_{i=1}^n LB(LP)_i}{\sum_{i=1}^n LI(LP)_i}$$

Czas TR odbioru wiadomości przez dyspozytora określany jest ze wzoru, będącego zmodyfikowaną wersją wzoru zawartego w [1]:

$$TR = B \cdot (0,22 + 0,71 \cdot L : D)$$

gdzie:

B — współczynnik uwzględniający skrócenie czasu reakcji dla informacji przekazywanych przez zanik bodźca świetlnego,

L — odległość między kolejno obserwowanymi elementami sygnalizacyjnymi,

D — średnia odległość elementów sygnalizacyjnych od oczu dyspozytora.

Czas interpretacji wiadomości został określony jako czas podjęcia decyzji i przyjęto: $1,5$ s dla bodźca świetlnego, $L \cdot 0,2$ s dla bodźca alfanumerycznego o L znakach.

Program symulacyjny uruchomiono kilkunastokrotnie dla dwu zbiorów opisujących różne układy torowe, ale o podobnych urządzeniach przekazywania informacji dyspozytorowi

A — projektowanego rejonu kontroli dyspozytorskiej,

B — istniejącego rejonu kontroli dyspozytorskiej.

Rejon A obejmuje część dwutorowej linii kolejowej wraz ze stacjami. Układ torowy umożliwia wprowadzanie pojazdów do rejonu przez 20 elementów wejściowych, na planie świetlnym może być sygnalizowany stan zajętości 120 odcinków torowych o długości

większej od długości pociągu oraz stan 72 sygnalizatorów.

Rejon B obejmuje część dwu linii dwutorowych wraz ze stacjami o 90 elementach wejściowych. Na planie świetlnym sygnalizowany może być stan 250 odcinków torowych i 250 sygnalizatorów.

Pierwsze przebiegi symulacyjne służyły do określenia wpływu kolejności i czasu następstwa wprowadzanych pojazdów z poszczególnych wejść. Po ustaleniu, że wpływ ten jest do pominięcia, w następnych przebiegach zmieniano maksymalną prędkość pociągów i ich liczbę.

Analiza wyników pozwala stwierdzić, że dla każdego rejonu istnieje stałe natężenie NI liczby wiadomości charakteryzujące dany rejon i urządzenia przekazywania informacji pod względem gęstości elementów układu torowego generujących informacje o zmianie sytuacji ruchowej.

$$NI = \frac{WI(LP)}{V(LP)} = \frac{\sum_{i=1}^n LI(LP)_i}{LP \cdot V(LP) \cdot \sum_{i=1}^n T(LP)_i}$$

$NI \approx \text{const.}$ dla $1 \leq LP \leq LP_{\max}$
gdzie:

$V(LP)$ — średnia prędkość maksymalna dla LP pociągów w rejonie,

$LP_{\max}$ — maksymalna ze względu na bezpieczeństwo ruchu liczba pociągów w rejonie.

Zależność wskaźnika WB/WI o $V \cdot LP \cdot d$ daje się wyrazić wzorem:

$$WB/WI = 1 - c \cdot e^{d \cdot V \cdot LP}$$

gdzie:

c, d — współczynniki proporcjonalności charakterystyczne dla każdego rejonu.

Przeprowadzona symulacja dla rejonu rzeczywistego, w którym zdaniem opiniodawców [2] obciążenie dyspozytora jest zbliżone do granicznego z psychologicznego punktu widzenia, pozwala na stwierdzenie, że istnieją graniczne wartości natężenia wiadomości NI oraz wskaźnika WB/WI i dla symulacji maksymalnie gęstego ruchu według metody przedstawionej w pracy wynoszą one odpowiednio:

$$NI_{gr} = 0,00046$$

$$WB/WI_{gr} = 0,5$$

Oczywiście dalsze prace naukowe oraz wnioski wynikające z praktycznego wykorzystania metody, mogą uściślić tak samą metodę jak i określone dla niej wielkości liczbowe.

Proponowana metoda symulacyjna umożliwia projektantowi (decydentowi):

— identyfikację sytuacji technicznej dyspozytora w systemie kontroli dyspozytorskiej, przez ocenę stopnia obciążenia napływających

mi informacjami, wyrażonego w wartości wskaźnika WI ,

— ocenę efektywności działania dyspozytora w systemie kontroli dyspozytorskiej, przez ocenę prawdopodobieństwa popełnienia błędu przy odbiorze informacji przez dyspozytora, wyrażoną w wartości wskaźnika WB/WI ,

— ocenę zakresu przekazywanych informacji i konfiguracji elementów układu torowego generujących informacje, wyrażoną w wartości wskaźnika NI ,

— szczegółową analizę sytuacji krytycznych, dokonywaną w oparciu o wydruk kontrolny przebiegu symulacji działalności człowieka.

Program DYSP umożliwia symulację ruchu przy różnorodnych założeniach wejściowych dotyczących gęstości ruchu pociągów odpowiadających rzeczywistemu przebiegowi pracy ruchowej lub np. maksymalnemu natężeniu tej pracy.

Wyniki symulacji ruchu dla projektowanego systemu mogą być porównywane z wynikami dla istniejącego rejonu, przedstawionymi w pracy i pozwalają na wykrycie przypadków zmuszających projektanta do przeanalizowania możliwości:

— zmiany wielkości rejonu,

— zmiany zasięgu rejonu z bardzo obciążonych pracą ruchową linii czy stacji na mniej obciążone,

— zmiany zakresu i sposobu przekazywanych wiadomości dyspozytorowi,

— zmian w planie ruchu pojazdów.

Praktycznie polega to na stosowaniu jednej z metod:

I) dla maksymalnej prędkości pociągów V_x oraz minimalnego czasu następstwa T_{NX} , określona zostaje dla rejonu projektowanego X wartość wskaźnika WI_x , NI_x , WB/WI_x oraz liczba pociągów LP_x , a następnie sprawdzany czy spełnione są warunki:

$$LP_x \cdot NI_x \leq 0,00046 \cdot LP_B$$

$$WB/WI_x \leq 0,5$$

gdzie:

LP_B — liczba pociągów w rejonie B dla takiej samej prędkości V_x

II) dla symulowanego przebiegu sytuacji ruchowej zgodnego z warunkami rzeczywistymi określona zostaje wartość wskaźnika NI_x i WB/WI_x oraz prędkość średnia V_x i liczba pociągów LP_x , a następnie sprawdzamy czy spełnione są warunki:

$$LP_x \cdot NI_x \cdot V_x \leq 0,33$$

$$WB/WI_x \leq 0,5$$

Przedstawione w pracy wyniki analizy dla obu rejonów pozwalają nie tylko na wyciąganie wniosków dotyczących tych rejonów, ale również na przypuszczenie, że istnieje możliwość opracowywania programów opartych o metodę symulacji działania człowieka, a służących do oceny możliwości różnych systemów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

Bibliografia:

- [1] Ergonomia w służbie wojska. Wyd. MON W-wa 1972 r.
- [2] Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa — Weryfikacja założonych funkcji SKD przy uwzględnieniu doświadczeń instalacji pilotującej. Temat 06.4.07.01.04 — Katowice, Wrocław 1978 r.
- [3] Wolfenbut A.: Wielofunkcyjny model symulacyjny systemu przemieszczania pociągów i systemu sterowania ruchem w rejonie sieci kolejowej — praca doktorska, Politechnika Warszawska 1979 r.

mgr **BOGUSŁAW FRIES**

Niektóre aspekty pracy programisty systemowego komputera RIAD-32

Wstęp

Złożoność systemu operacyjnego OS na maszynach Jednolitego Systemu wymaga, aby w Ośrodku Obliczeniowym był zatrudniony pracownik lub zespół pracowników, którzy w całym artykule będą nazywani programistami systemowymi. Zadaniem tego zespołu jest rozbudowa i konserwacja systemu operacyjnego, a dokładniej zadania te można podzielić na cztery grupy:

- generowanie nowych systemów operacyjnych,
- wdrażanie nowego oprogramowania ogólnego przeznaczenia,
- analiza błędów w działaniu systemu,
- stale prowadzone konsultacje w zakresie oprogramowania podstawowego zarówno dla programistów, jak i działu eksploatacji.

Nie trzeba dodawać jak trudna i odpowiedzialna jest to praca oraz jakich kwalifikacji ona wymaga. Wydaje się, że dla potrzeb Ośrodka, w którym jest jeden komputer R-32, bez wykorzystywania telekomunikacji, wystarczy jeden pracownik na samodzielnym stanowisku, z tym, że powinny być zapewnione dla niego niezbędne warunki pracy. Chodzi tu o zakup odpowiedniego oprogramowania, przydział pewnej liczby nośników pamięci w postaci taśm i pakietów dyskowych oraz zakup odpowiedniej literatury zarówno krajowej, jak i zagranicznej, a także dostęp do powielacza.

W przypadku użytkowania większej liczby systemów R-32, sprzętu telekomunikacyjnego lub też komputerów wspomagających, należy — moim zdaniem — stworzyć zespół 3—5-osobowy.

W harmonogramie wykorzystania komputera należy uwzględnić czas dla prac zespołu systemowego — zwykle od 10 do 12 godzin tygodniowo — oraz możliwość wejścia awaryjnego.

W artykule tym chciałbym podzielić się doświadczeniami z programistami systemowymi innych ośrodków obliczeniowych oraz kierownikami ośrodków, w których taki zespół mógłby powstać lub jest dopiero organizowany.

Koordinacja działań w Ośrodku

W Centralnym Ośrodku Informatyki Komunikacji, w którym pracuje, są organizowane

przez pracownię systemową cotygodniowe zebrania, na które zapraszani są programiści, technicy, operatorzy oraz kierownictwo odpowiednich działów. Na zebraniach tych, trwających po około 90 min, są przedstawiane wszelkie sprawy dotyczące bieżącej eksploatacji maszyny R-32. Wypowiedzi techników mogą zainteresować dział eksploatacji, gdyż pewne błędy hardwarowe można powiązać z taką czy inną charakterystyką przetwarzania. Podobnie, uwagi systemowca czy operatora mogą być pomocne w ustalaniu błędów maszynowych, co ułatwia konserwację komputera. Na zebraniach informuje się użytkowników o wszelkich zmianach w konfiguracji i oprogramowaniu oraz organizacji pracy komputera. Systemowiec przedstawia nowe oprogramowanie wraz z przykładami konkretnego użycia. Tak było np. z pakietem konwersji ODRA-RIAD; wspólne zebranie skróciło istotnie czas wdrażania pakietu.

Podstawowe narzędzia programisty systemowego

Do podstawowych narzędzi programisty systemowego zaliczyłbym: specjalne programy pomocnicze, podręczniki dla programistów systemowych, taśmę dystrybucyjną systemu operacyjnego oraz źródłowe wersje oprogramowania.

Wiadomo że najlepsi fachowcy są tam, gdzie są najlepsze narzędzia. Chciałbym wyraźnie podkreślić, że jeżeli chodzi o dostępność dobrych narzędzi dla systemowca w Polsce, to nie jest to problem najłatwiejszy. W tym artykule wymienię niektóre szczegóły związane z nimi, aby wprowadzić mniej doświadczonego czytelnika w szczególny klimat pracy systemowca.

Specjalne programy pomocnicze

Specjalne programy pomocnicze są przeznaczone do analizy stanu systemu w przypadku nieprawidłowego jego działania lub do działań porządkowych. Można do nich zaliczyć między innymi:

- program do wyprowadzania zawartości pamięci operacyjnej na taśmę magnetyczną; program nosi nazwę IMDSADMP — jest uruchamiany w przypadku powstania błędu w czasie pracy maszyny;

- program drukujący zawartość taśmy uzyskanej za pomocą programu IMDSADMP; nosi on nazwę IMDPRDMP;
- program drukujący zawartość zbiorów dyskowych oraz dokonujący na nich fizycznych modyfikacji — o nazwie IMASPZAP; opis w języku polskim nie jest nigdzie dostępny;
- program IMCOSJQD — dokonujący sformatowanego wydruku kolejek systemowych.

Opisane programy istnieją w dwóch istotnie różnych wersjach, a mianowicie: w postaci programu wywoływanego pod kontrolą systemu operacyjnego oraz w postaci programu niezależnego. Program niezależny jest to program, który jest uruchamiany poza systemem. Można powiedzieć, że tworzy on — sam w sobie — mały system operacyjny. Warto wspomnieć o innych programach niezależnych niezwykle użytecznych w pracy systemowej. Program SALUT — napisany prawdopodobnie w jednym z polskich ośrodków obliczeniowych — jest niemal wierną (pod względem eksploatacji) kopią programu DITTO, funkcjonującego w systemie DOS na maszynie Riad. Podstawową funkcją tego programu jest manipulowanie informacją na nośnikach magnetycznych. Wymienię kilka funkcji tego programu:

- kopiowanie informacji z taśmy magnetycznej na drukarkę,
- kopiowanie informacji z jednej taśmy na drugą (ewentualnie z pominięciem części informacji),
- dziurkowanie kart informacją z taśm magnetycznej.

Program DASDI służy do inicjowania woluminu dyskowego. Jest on obudowany w procedury umożliwiające dialog z użytkownikiem (program niezależny IBCDASDI). Natomiast program DUMP/RESTORE służy do składowania zbiorów dyskowych na taśmach oraz do odtwarzania składowanych zbiorów na nośnik dyskowy. Podobnie jak program DASDI, jest obudowany w procedury umożliwiające dialog (program niezależny IBCDMPRS). Programy IBCDASDI i IBCDMPRS są zapisane oryginalnie przez firmę IBM.

Oprócz wymienionych programów istnieją liczne programy pomocnicze. Programy te nie są ogólnie dostępne dla systemowców. Są to programy stworzone w poszczególnych ośrodkach bądź na własny użytek, bądź dla płatnej dystrybucji. Do ciekawszych programów można zaliczyć:

- APS — pakiet napisany w Centrum Projektowania i Zastosowań Informatyki (CPIZI), który stanowi zestaw programów i podprogramów do przetwarzania danych zebranych przez SMF (System Management Facility). Zapewnia on wykonanie zestawień i statystyk o pracach użytkowników, o pracy i wykorzystaniu systemu operacyjnego oraz sprzętu. Są to informacje z opracowania sporządzonego przez autorów;

— VMATA — opracowany również w CPIZI jest to program manipulator taśmami magnetycznymi. Do podstawowych jego funkcji można zaliczyć: inicjowanie szpuli taśmy magnetycznej o organizacji zapisu SL i NL, kopiowanie szpuli taśmy magnetycznej, analizowanie i drukowanie zawartości taśmy magnetycznej;

— VDIRAC — program prawdopodobnie oryginalnie napisany przez IBM, po licznych przeróbkach dostępny w niektórych ośrodkach obliczeniowych w kraju. Program ten służy między innymi do uzyskiwania wydruków zawartości katalogu dyskowego, katalogu zbioru bibliotecznego, wydruku pojedynczego członu zbioru bibliotecznego, całej biblioteki, nazw członów danej biblioteki, ponadto pozwala na katalogowanie i rozkatalogowywanie zbiorów. Główną zaletą tego programu jest to, że pozwala on na pracę konwersacyjną z konsoli operatorskiej bez potrzeby dziurkowania kart.

Omówione programy nie mają jednak w Polsce ustalonej metody dystrybucji, co tworzy momentalnie podział na ośrodki obliczeniowe mocniejsze i słabsze (czyli ośrodki mające i nie mające dostępu do źródeł oprogramowania). Mam w związku z tym propozycję, aby w ramach resortu komunikacji zorganizować wewnętrzny rozdział takiego oprogramowania. Wiąże się z tym następujące problemy:

- przypadku oprogramowania firmy IBM należy traktować ją jako środek dystrybuowany bezpłatnie;
- w przypadku oprogramowania krajowego za najważniejszy problem uważam ustalenie autorstwa i w związku z tym kwestii ewentualnej odpłatności za użytkowany produkt. Sprawa jest o tyle ważna, że dotychczas nie ma zadowalającego rozstrzygnięcia. Wiele ośrodków wykorzystuje takie oprogramowanie bez zgody, a nawet wiedzy autorów. Fakty takie zniechęcają do wymiany międzyośrodkowej.

Ostatnia kwestia jest bardzo dyskusyjna. Na przykład wśród użytkowników maszyn serii CDC, produkowanych w USA w firmie Control Data Corporation (użytkownicy tacy skupieni są przede wszystkim w ośrodkach uniwersyteckich i instytutach badawczych), utarł się zwyczaj prowadzenia dokładnej dokumentacji własnego niestandardowego oprogramowania dla programistów systemowych. Dokumentacja ta zawiera programy w wersji źródłowej. Taśmy takie podlegają wymianie międzyośrodkowej bezpłatnie. Uważam, że tego rodzaju system jest najzdrowszy, gdyż nie hamuje pracy, natomiast przyspiesza rozwój informatyki we wszystkich ośrodkach.

System ten nie jest przyjęty w naszym kraju i jak sądzę nie jest przyjęty wśród użytkowników maszyn IBM na całym świecie. Prawdopodobnie spowodowały to względy finansowe (traktowanie każdej, choćby najmniejszej działalności jako towar, który można ma-

ksymalnie drogo sprzedać). Rzeczywistość pokazała jednak, że takie postawienie sprawy nie przyniosło dodatkowych dochodów zarówno bezpośrednim autorom takiego oprogramowania, jak i też ośrodkom obliczeniowym, w których ci autorzy pracują. Zaczęła tu odgrywać dużą rolę, czyniona na międzynarodową skalę, działalność iście protekcyjnalistyczna — osoby związane bliżej z autorami dostawały produkt „po znajomości”, następnie od tych osób dostawały produkt następne osoby związane itd.

W dalszych artykułach postaram się podać bliższe szczegóły dotyczące wzmiankowanego oprogramowania.

Podręczniki dla programistów systemowych

Wymienię znane podręczniki dla programistów systemowych dostępne w Polsce zarówno w języku polskim, jak i angielskim.

- Generowanie systemu [1] — tłumaczenie publikacji IBM pod tym samym tytułem. Zawiera istotne informacje dla prawidłowego wygenerowania systemu operacyjnego za pomocą taśmy dystrybucyjnej, o której będę pisał dalej;
- Specjalne programy pomocnicze [2] — zawiera opis dwóch programów pomocniczych, a mianowicie IMDSADMP i IMDPRDMP;
- System programmer's guide [4] — podręcznik IBM nie przetłumaczony na język polski. Zawiera między innymi:
 - metody obsługi katalogu systemowego oraz tablice VTOC na dysku. W szczególności dotyczy to możliwości obsługi językiem Assembler. Opis jest uzupełniony licznymi tablicami i przykładami;
 - metodę dodawania nowych procedur dla supervisor'a;
 - obsługę komunikatów wysyłanych do konsoli operatorskiej;
 - obsługę informacji zawartej w polu konta;
 - środki umożliwiające pisanie własnych programów kanałowych;
 - informacje dotyczące systemowego programu czytającego, piszącego i inicjującego;
- System control blocks [3] — podręcznik IBM — zawiera informacje szczegółowe na temat zawartości wszystkich tablic systemowych w pamięci operacyjnej (w szczególności DCB, TCB, RB, DEB) oraz na dysku. Jest absolutnie niezbędny przy korzystaniu z programów drukujących zawartość pamięci operacyjnej.

Taśma dystrybucyjna systemu operacyjnego

System operacyjny OS jest rozprowadzany w postaciach: pierwsza prostsza w obsłudze, to tak zwana taśma skonfigurowana, a więc taśma, która jest gotowym do eksploatacji systemem operacyjnym. Taka taśma ma wiele zalet — umożliwia eksploatację systemu od pierwszego dnia po odbiorze maszyny. Proble-

my zaczynają się wtedy, gdy okaże się, że eksploatowany system ma wady związane z niedostosowaniem do lokalnej konfiguracji systemu, z trybem przetwarzania czy po prostu z błędnym wygenerowaniem taśmy przez dystrybutora. Błędy te oczywiście nie polegają na niemożności przetwarzania, przed taką ewentualnością producent komputera zabezpiecza użytkownika, chodzi bowiem o błędy logiczne.

Przypuśćmy, że w pewnym ośrodku obliczeniowym przetwarza się mieszanekę zadań, z których połowa, to systemy użytkowe przetwarzające zlecenia taśmowe, druga — to systemy w trakcie uruchamiania (są to na ogół kompilacje w języku PL/1). Ze względów organizacyjnych niemożliwe jest rozdzielenie tej mieszanki.

Producent w rozpowszechnianym systemie operacyjnym nazwał grupę urządzeń — cztery jednostki taśmowe i cztery jednostki dyskowe (tu kolejność jest istotna) — SYSSQ. Kompilator języka PL/1 używa do założenia zbiorów roboczych urządzeń z grupy SYSSQ. System operacyjny przydziela to urządzenie, pierwsze z kolei, które jest on-line. Gdy któryś z systemów użytkowych zakończy pracę, zwolnione jednostki taśmowe pozostają on-line. Doprowadza to do sytuacji, że szybka kompilacja dyskowa nagle zamienia się na wolną kompilację taśmową.

Aby zaradzić tej niewygodzie należałoby zmienić w systemie operacyjnym kolejność urządzeń odpowiadających SYSSQ lub też wydać odpowiednie instrukcje programistom (lub operatorom) o postępowaniu z programami taśmowymi, czyli pogodzić się z niedogodnością. Ośrodek nie ma taśmy dystrybucyjnej, dlatego wysyła zamówienie do producenta, aby wygenerował on nową taśmę. Po upływie pewnego czasu i poniesieniu pewnych kosztów generacji taśmy przyszła przesyłka. I co się okazało: nowa taśma już się nie nadaje, bo doszły dwa nowe urządzenia dyskowe i cztery taśmowe, a w drodze jest druga drukarka, dlatego trzeba znów zamówić taśmę.

Mając taśmę dystrybucyjną można sobie samemu generować system w dowolnej konfiguracji, bez straty czasu i dodatkowych kosztów. Oczywiście, aby móc generować system należy uprzednio zatrudnić programistę systemowego bądź wyszkolić kogoś z lepszych programistów w ośrodku. Polski dystrybutor uzależnienia dostawę taśmy dystrybucyjnej od ukończenia przez pracownika instytucji specjalnego kursu w ELWRO, którego ukończenie jest licencją na posiadanie tej taśmy.

Źródłowe wersje oprogramowania

Świadomie poruszam tu niepopularną sprawę, jaką jest dystrybuowanie oprogramowania w wersji źródłowej.

Wśród użytkowników i producentów maszyn serii Riad czy też IBM przyjął się zwyczaj dystrybuowania wersji skompilowanej, a zatem bez komentarzy i nazw obszarów, słowem, w postaci nieczytelnej. W wyniku ta-

kiego postępowania powstaje pozorna zależność odbiorcy od producenta. Pozorna, gdyż i tak odbiorca bądź zdobędzie tekst oprogramowania innymi drogami, bądź będzie pracowicie rozkodowywał oprogramowanie za pomocą przemyślnie napisanych programików. Czyni tak się w wielu ośrodkach obliczeniowych w kraju (wspomnę tu chociażby istnienie źródłowych wersji całego systemu operacyjnego OS). Najczęściej rozkodowuje się oprogramowanie telekomunikacyjne, gdyż są to obecnie najlepiej chronione produkty — i po co? Można zrozumieć jeszcze producenta — firmę IBM — który ze względów pozainformatycznych stara się o niedopuszczanie swoich produktów na nasz rynek. Natomiast zupełnie nie można zrozumieć intencji krajowych producentów. Proponowałbym — wzorem niemal idealnych układów między użytkownikami komputerów CDC — rozprawać wersje źródłowe, zwiększając ewentualnie wartość wymienną programu. Dla programisty systemowego posiadanie źródłowej postaci jest niemal kluczową sprawą, pozwalającą na przeprowadzenie poprawek w tekście programu bez stosowania półśrodków.

MIECZYSLAW POLITAŃSKI
MARIAN SENDEROWICZ

Analiza efektywności ekonomicznej pracy Ośrodka Informatyki w Południowej DOKP

Wstęp

Ośrodek Informatyki PKP w Południowej DOKP utworzono 1 września 1977 r.* Ośrodek powstał przez przekształcenie wieloosobowego stanowiska pracy ds. zastosowań elektronicznej techniki obliczeniowej, usytuowanego przy Zarządzie Ruchu i włączenie Odcinka Łączności Przewodowej (pozaklasowego) podporządkowanego DRKP Kraków.

Do zakresu działania Ośrodka Informatyki należy projektowanie, wdrażanie i eksploatawanie systemów informatycznych, przetwarzanie danych dla celów planowania i zarządzania oraz organizowania i kierowania przewoza-

* Zarządzenie naczelnego dyrektora Południowej DOKP nr 21/77 z dnia 26 lipca 1977 r. w oparciu o postanowienia zawarte w zarządzeniu ministra komunikacji nr 75 z dnia 7 czerwca 1977 r. w sprawie utworzenia w dyrekcjach okręgowych kolei państwowych ośrodków informatyki PKP (Dz. Urz. MK nr 14 z 1977 r.).

Zakończenie

Chciałbym, aby powyższe zagadnienia pozwoliły na ciekawsze badania nad systemem OS, przy połączeniu wszelkich sił, aby nie ulegając możliwościom wątpliwych zysków, tworzyć lepsze i ciekawsze oprogramowanie.

Do spraw sygnalizowanych w artykule wróć jeszcze. Omówię bardziej szczegółowo opisane programy, opiszę na przykładach postępowanie systemowca w typowych sytuacjach oraz przedstawię propozycję stworzenia biblioteki typowych narzędzi. Jednocześnie chciałbym zaprosić do współpracy wszystkich zainteresowanych.

Bibliografia:

- [1] *Generowanie systemu OS/IS 4.0201.00000-02 32.021.* Instytut Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów grudzień 1978
- [2] *Specjalne programy pomocnicze 4.0201.00000-01 32.042.* Instytut Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów, kwiecień 1979
- [3] *System programmer's guide GC28-6550-8.* IBM, czerwiec 1970.
- [4] *System control bloks GC28-6628-6.* IBM, styczeń 1971

mi kolejowymi w okręgu (zadania ośrodka są wyszczególnione w Regulaminie Organizacyjnym Ośrodka Informatyki PKP). W ciągu 3-letniej pracy zrealizowano 18 systemów (tablica 1).

Od powołania Ośrodka mija 3 lata, można więc przeprowadzić analizę wyników, jakie daje jego praca. Wniosek taki został również zgłoszony w ramach postulatów jakie otrzymała P. DOKP pod koniec roku 1980.

Przed dokonaniem obliczeń zwrócono się do służb korzystających z pracy Ośrodka Informatyki o podanie uzyskanych korzyści zarówno wymiernych, jak i niewymiernych.

Dalsze obliczenia prowadzono w oparciu o „Metody obliczania efektywności zastosowań informatyki” wydane przez Sekretariat Komitetu Informatyki w Warszawie we wrześniu 1979 r. Całość podzielono na efekty wymierne i efekty niewymierne.

Efekty wymierne

Efekty wymierne są to efekty dotyczące zarówno sfery samego przetwarzania danych, jak

Tablica 1

Lp.	Nazwa systemu	Opis systemu	Data rozpoczęcia eksploatacji
1	2	3	4
1.	Ewidencja wybranych materiałów „EMAT”	podsystem pozwala na uzyskanie — w okresach pięciodniowych — informacji o obrotach i aktualnych stanach materiałów objętych ewidencją	styczeń 1978
2.	Informacja o wykonaniu wskaźnika techniczno-eksploatacyjnego „INFO”	podsystem ma za zadanie sporządzenie zestawienia informacji o wykonaniu niektórych wskaźników techniczno-eksploatacyjnych i realizacji ekonom.	listopad 1977
3.	Ewidencyjno-płacowy „CENT”	zadaniem jego jest prowadzenie szczegółowej ewidencji pracowników całego okręgu, jak również sporządzenie list płac na koniec miesiąca oraz zestawienie wypłaconych zasiłków chorobowych	listopad 1977
4.	Ewidencja pracowników z wyższym wykształceniem „EWID”	EWID został opracowany na podstawie zbioru osobowo-płacowego pracowników PDOKP. Zadaniem jego jest wydruk żądanych informacji o pracownikach wg z góry ustalonych kluczy	listopad 1977
5.	Sporządzanie list płatniczych ruchomych części wynagrodzeń „SPRN”	podsystem sporządzający dokumentację czasu pracy i płacy na 15 każdego m-ca oraz sprawozdawczość GUS w jednostkach liniowych Służby Zabezpieczenia Ruchu i Łączności z terenu całej PDOKP.	styczeń 1977
6.	Sprawozdanie z pracy wagonów towarowych „R-24”	zadaniem podsystemu jest sporządzenie, za każdą dobę, sprawozdań z pracy wagonów towarowych w oparciu o istniejący zbiór kumulacyjny i zbiór planów miesięcznych odpowiednich tabulogramów wynikowych, obejmujących wykonanie podstawowych mierników z zakresu gospodarki wagonami towarowymi.	lipiec 1978

1	2	3	4
7.	Ewidencja urządzeń zrk i sprawozdawczość z liczby i stanu urządzeń zrk „EWUST”	podsystem ewidencjonuje wszystkie urządzenia zrk na stacjach i szlakach w obrębie całej PDOKP oraz liczbę tych urządzeń stosowanych w sprawozdawczości CZŁ-1	styczeń 1977
8.	Sprawozdanie z realizacji zadań inwestycyjnych „INWEST”	system INWEST dot. gromadzenia i przetwarzania informacji niezbędnych do stałych analiz tematycznych procesu inwestycyjnego dla potrzeb własnych, organów administracji państwowej, tj. GUS i OI MK	styczeń 1977
9.	Sprawozdanie z realizacji zamknięć torów „ZAMTOR”	zadaniem jego jest sporządzenie sprawozdania CZR-11 na poziomie DRKP	czerwiec 1978
10.	Uzasadnienie wielkości współczynnika obrotu wagonów towarowych „R-24U”	rezultatem działania podsystemu są tabulogramy, zawierające zestawienia wielkości mierników wchodzących w skład uzasadnienia do wielkości współczynnika obrotu wagonu towarowego za m-c sprawozdawczy, od początku roku i ich porównanie do analogicznych okresów roku ubiegłego dla dyrekcji rejonowych i PDOPKP	grudzień 1978
11.	Ewidencja wagonów węglarek SZD 4-os. dzierżawionych przez PKP „EWAG”	prowadzenie bieżącej ewidencji wagonów o trzymany od Radzieckich Kolei	wrzesień 1979
12.	Sprawozdanie ze stanu wagonów chorych „CZW3”	rezultatem działania podsystemu jest codzienne sporządzanie na EMC sprawozdania CZW3 (sprawozdanie operatywne o stanie wagonów chorych)	kwiecień 1979

1	2	3	4
13.	Planowanie pracy taboru w ruchu towarowym „R-24 P”	sporządzenie planu pracy taboru towarowego dla dyr. rej. w Okręgu przy ustalonym przez Ministerstwo Komunikacji planie dla DOKP jest przedmiotem podsystemu R-24P	wrzesień 1979
14.	Sprawozdanie z przejścia wagonów towarowych „R-41”	celem eksploatacji podsystemu jest sporządzenie w cyklu 6-godzinnym operatywnych sprawozdań z przejścia wagonów towarowych	styczeń 1980
15.	Sprawozdanie z naładunku towarów priorytetowych „PRIO”	podsystem ma za zadanie sporządzanie codziennych tabulogramów informujących o realizacji załadunku towarów priorytetowych na wybranych stacjach	wrzesień 1980
16.	Ewidencja numeryczna wagonów na bocznicach w Hucie im. Lenina „WANAB”	przedmiotem podsystemu jest numeryczna ewidencja i rozliczenie wagonów znajdujących się na bocznicach Huty im. Lenina	
17.	Sprawozdanie z działania urzędów zrk „NAN”	sporządza informację o przeszkodach w działaniach urzędów zrk	lipiec 1978
18.	Sprawozdanie z naładunku towarów „SENT”	celem systemu jest automatyzowanie czynności przy sporządzaniu sprawozdania z załadunku towarów CZH-1	marzec 1977

i sfery działalności gospodarczej — dające się wyrazić pieniężnie i występujące u użytkownika określonych komputerowych w wyniku poprawy określonego odcinka jego działalności, objętego informatyką. Efekty podzielono na dwie grupy ze względu na miejsce ich występowania: a) bezpośrednie i b) pośrednie.

ad a) Zalicza się wyłącznie efekty dotyczące sfery przetwarzania danych np.: zmniejszenie pracochłonności obliczeń w stosunku do techniki ręcznej, czy maszyn analitycznych lub innych; skrócenie cyklu obliczeń; zmniejszenie kosztu przetwarzania, zwłaszcza przy poszerzonym zakresie informacji.

ad b) Zalicza się efekty występujące w sferze działalności gospodarczej obsługiwanej przez system informatyczny, np.: zwolnienie środków obrotowych, zwiększenie akumulacji. Są to przykładowo efekty uzyskane z tytułu:

- przyrostu ilości produkcji i obniżki jej kosztów;
- zwiększenia zysku wskutek przyrostu i poprawy jakości produkcji;
- zmniejszenia zapasów w stosunku do zużycia materiałowego jak do wartości produkcji sprzedanej;
- zmniejszenia kosztów utrzymania i tworzenia zapasów;
- lepszego wykorzystania środków trwałych;
- zmniejszenia kosztów utrzymania zbędnych środków trwałych.

Przy obliczeniu efektywności stosowano metody ogólne (zbiorcze) i problemowe obliczeń.

Metody ogólne (zbiorcze)

- 1) Okres zwrotu nakładów i kosztów.
- 2) Efektywność przedsięwzięć o charakterze modernizacji (uproszczony wzór wg zarządzenia przewodniczącego Komisji Planowania przy Radzie Ministrów z 26.07.1974 r.).
- 3) Współczynnik efektywności.

Metody problemowe

- 1) Obliczenie efektów zmniejszenia pracochłonności prac.
- 2) Obliczanie efektów zmniejszania kosztów przetwarzania.

Obliczanie dla Ośrodka Informatyki w PDOKP

Okres zwrotu nakładów i kosztów na wytworzenie prac informatycznych w związku z komputeryzacją jednostki organizacyjnej.

$$O_z = \frac{Ni + Kw}{E}$$

O_z — okres zwrotu wydatków w latach;

Ni — nakłady inwestycyjne na: roboty budowlano-montażowe, zakup maszyn i urządzeń, zakup oprogramowania, szkolenie, pozostałe;

Kw — koszty wytworzenia prac informatycznych łącznie z kosztami wdrożenia systemu do momentu eksploatacji użytkowej jak: koszt własny wytworzenia, badania naukowe, opracowanie dokumentacji systemowej, organizacyjne przygotowanie użytkownika do wdrożenia, wdrożenie systemu, koszt zakupu usług informatycznych w obcych ośrodkach informatyki;

E — roczna suma efektów netto (bezpośrednich i pośrednich z realizacji systemu, tj. efekty brutto pomniejszone o: roczne koszty eksploatacji dla potrzeb własnych, zwiększone o wartość sprzedaży usług wewnętrznych jeśli maszyna nie jest wykorzystana dla własnych potrzeb.

Do kosztów eksploatacji wchodzi: płace w ośrodku obliczeniowym wraz z narzutami, materiały eksploatacyjne, amortyzacja, koszty energii elektrycznej, koszty konserwacji, koszty utrzymania pomieszczeń itp.

Ustalenie wartości N_i :	tys. zł
Koszt zakupu maszyny wraz z wyposażeniem	13.603
koszt modernizacji budynku (wydatki D)	1.117

$$N_i = 13.603 + 1.117 = 14.720 \text{ tys. zł}$$

Ustalenie wartości K_w :

18 systemów, zostało opracowanych w OI przez dziesięciu ludzi w ciągu 3 lat. Przyjmując średnią płacę 6000 zł miesięcznie

$$K_w = 10 \times 6.0 \times 36 = 2160 \text{ tys. zł}$$

Efekty brutto funduszu płac wyliczono w tabelicy 2 i wynoszą one 9559 tys. zł. Odpowiada to zatrudnieniu 137 pracowników (wg kolumny 4 tabelicy nr 2). Osoby te w ciągu roku zużyłyby materiałów biurowych potrzebnych do pracy na kwotę 120 tys. zł. Ponadto OI wykonywał pracę dla obcych instytucji (BPKol., PRK 9, KZZRiL, PK) o wartości 900 tys. zł.

$$\text{Sumaryczne efekty } E_b = 9.559 + 120 + 900 = 10.579 \text{ tys. zł.}$$

Roczne koszty OI wg danych Biura Ekonomicznego wynoszą:

Amortyzacja	4.232 tys. zł
Materiały	1.408 "
Usługi remontowe	195 "
Wynagrodzenie objęte funduszem płac	2.664 "
Podatek, ubezpieczenie społeczne i odpisy od funduszu płac	1.109 "
Pozostałe koszty niematerialne	79 "

Razem: 9.687 tys. zł

$$E = 10.579 - 9.687 = 892 \text{ tys. zł.}$$

$$O_z = \frac{14.720 + 2.160}{892} = 18,9 \text{ lat}$$

Okres zwrotu nakładów poniesionych na zorganizowanie OI wynosi 18,9 lat.

W tabelicy 2 efekty wyliczono przy założeniu, że wszystkie dane otrzymywane z Ośrodka Informatyki są bezwzględnie potrzebne i gdyby niezastosowano komputera należałoby zatrudnić wyliczanych tutaj 137 osób. Główny efekt uzyskuje się w służbie ruchu, która konieczność zatrudnienia 108 osób stwierdziła w piśmie nr Rz2-003-1/81 z dnia 12 III 1981 r.

Obliczenie efektywności wg zarządzenia KP przy RM z dnia 26.07.1974 r.

Według uproszczonego wzoru

$$E = \frac{P - K - U_o}{(I - Z) \times (r + s) + B}$$

Minimalne wymaganie co do efektywności jest spełnione

$$\text{gdy } E \geq 1$$

gdzie:

- E — efektywność przedsięwzięcia,
- P — wartość rocznej produkcji po wprowadzeniu systemu (mającego wpływ na wielkość produkcji),
- K — koszt rocznej produkcji — P ,
- U_o — wartość nadwyżki brutto w ostatnim roku przed podjęciem modernizacji,
- $U_o = P_o - K_o$, gdzie P_o — wartość produkcji w roku poprzednim, K_o — koszty bieżące w roku poprzednim,
- I — wartość nakładów inwestycyjnych z uwzględnieniem zamrożenia,
- Z — wartość sprzętu wycofanego (odzysk),
- B — przyrost zapasu środków obrotowych po wprowadzeniu systemu,
- r — stopa dyskontowa,
- s — średnia stopa amortyzacji.

Wzór ten jest podstawowym dla podjęcia decyzji o budowie lub modernizacji obiektów, które prowadzą do wzrostu produkcji. Ponieważ trudne jest powiązanie produkcji kolei (przewozy) z pracą Ośrodka Informatyki, tego wzoru nie można zastosować.

Jako zastępczy może być użyty współczynnik efektywności, określający stosunek procentowy uzyskanych efektów do poniesionych nakładów i kosztów wytworzenia prac informatycznych.

$$W = \frac{E \times 100}{N_i + K_w}$$

gdzie: E — wielkość łącznych efektów netto uzyskanych wskutek wykorzystania obliczeń komputerów w określonym czasie,

K_w — koszty wytworzenia prac informatycznych w określonym czasie,

N_i — nakłady inwestycyjne i inne zrealizowane w określonym czasie

$$W = \frac{892 \times 100}{14.720 + 2.160} = \frac{89200}{16.880} = 5.2\%$$

Z powyższego wynika, że każda zainwestowana złotówka daje 5 gr oszczędności rocznie.

Tabela 2

Lp.	Nazwa systemu	Rezultat w tys. zł	U w a g i
1	2	3	4
1.	EMAT	—	opracowanie za zlecenie G Nie stosowany
2.	INFO	72	opracowany dla BE (informacja o wykonaniu wskaźników) $1 \text{ osoba} \times 6 \text{ tys. zł} \times 12 = 72 \text{ tys. zł}$
3.	CENT	216	oprac. dla BF (listy płac)
4.	EWID		$3 \times 6.00 \times 12 = 216$

1	2	3	4
5. SPRN	600	oprac. dla T (płace w całej służbie) $0,2 \times 50 \text{ kancelistek} \times 5 \text{ tys. zł} \times 12 = 600$	
6. SPRN	288	$4 \text{ sytuatorów} \times 6 \text{ tys. zł} \times 12 = 288 \text{ tys. zł}$	
R-24	192	$4 \text{ dysp.} \times 6 \text{ tys. zł} \times 0,75 \times 12 = 192 \text{ tys. zł}$	
7. EWUST	—	oprac. dla T (ewidencja urzędzeń zrk). System wstrzymany	
8. INWEST	—	dla BI. System wstrzymany	
9. ZAMTOR	—	dla R (sprawozdania CZR-11)	
10. R-24 U	36	dla R (mierniki obrotu wag.) $0,5 \times 6 \text{ tys. zł} \times 12 = 36 \text{ tys. zł}$	
11. EWAG	—	dla R (ewidencja wagonów radzieckich)	
12. CZW 3	36	dla WG (sprawozdanie o stanie wagonów chorych) $0,5 \times 6 \text{ tys. zł} \times 12 = 36 \text{ tys. zł}$	
13. R-24 P	7	dla R (plan pracy taboru kolejowego dla drkp) $0,1 \times 6 \text{ tys. zł} \times 12 = 7 \text{ tys. zł}$	
14. R-41	7776	dla R (sprawozdanie z przejścia wagonów) $108 \times 6 \text{ tys. zł} \times 12 = 7776 \text{ tys. zł}$	
15. PRIO	—	(tabulogramy załadunku towarów priorytetowych). Nie stosowany	
16. WANB	—	(numeryczna ewidencja wagonów na bocznicę HiL). Nie wdrożony	
17. NAN	—	(informacje o przeszkodach w działaniu urzędzeń zrk). Nie stosowany	
18. SENT	36	(sprawozdanie z naładunku towarów) $0,5 \times 6 \text{ tys. zł} = 36 \text{ tys. zł}$	
wykonywanie odpisów za hałę maszyn	300	$5 \text{ maszynistek} \times 5,0 \times 12 = 300 \text{ tys. zł}$	
Ogółem:	9559 zł		

Metody problemowe

Poprzednie metody miały charakter syntetyczny, dotyczyły działalności całości ośrodka informatycznego i są podstawą podejmowania, np. decyzji, przy organizowaniu takiej jednostki.

Można również obliczać efekty w pewnych wybranych dziedzinach kosztów bez wnikania w inne, które równocześnie występują. Do takich celów służą metody problemowe, np.:

- 1) Obliczenie efektów zmniejszenia pracochłonności prac:

Wykonuje się wg wzoru

$$E = n_1 \cdot W_1 - n_2 \cdot w_2$$

E — roczne efekty z tytułu zmniejszenia pracochłonności,

n_1 — niezbędna liczba pracowników, których należałoby zatrudnić w przypadku wykonywania pracy systemem tradycyjnym,

n_2 — liczba zatrudnionych pracowników po wprowadzeniu systemu,

w_1 — roczne wynagrodzenie przypadające średnio na 1 pracownika w systemie tradycyjnym,

w_2 — j.w. lecz w systemie skomputerowanym.

$$E = (137 \times 6/5) \text{ tys. zł} \times 12 - (40 \times 5,7 \times 12) = 9.559 - 2.736 = 6.823 \text{ tys. zł}$$

Jest to kwota oszczędności związanych ze zmniejszeniem pracochłonności prac obliczeniowych.

- 2) Obliczenie efektów zmniejszenia kosztów przetwarzania

$$E_b = Kr - K_{emc}$$

E_b — efekt bezpośredni,

Kr — koszt przetwarzania tradycyjnego,

K_{emc} — koszt przetwarzania komputerowego

$$Kr = (1,2 + stp) \cdot n \cdot w_1 + B_1 + M_1$$

1,2 — 20% ubezpieczenia

stp — stopa podatkowa,

B_1 — inne koszty utrzymania pracownika

M_1 — wartość zużytych materiałów.

$$K_{emc} = \frac{W_2 + M_2 + C_2 + A_2 + K_2}{t_1} \cdot m_1$$

W_2 — płace w ośrodku łącznie z narzutami w ciągu roku,

M_2 — wartość zużytych materiałów w ciągu roku,

C_2 — wartość części zamiennych,

A_2 — amortyzacja wszystkich maszyn w ośrodku informatyki w określonym roku,

K_2 — pozostałe koszty utrzymania ośrodka,

t_1 — czas własny produkcyjny — komputera w ciągu roku,

m_1 — liczba godzin emc zużytych na określone zagadnienia

$$E_b = 137 \times 6/5 \times 12 + 120 - \frac{2664 + 1109 + 4232 + 1408 + 195 + 79}{8760} \times 7970$$

$$E_b = 9679 - 9687 \times \frac{7970^*}{8760^{**}} = 961 \text{ tys. zł.}$$

*) — liczba godzin pracy maszyny w ciągu roku,

**) — liczba godzin w roku.

Rezerwa czasu pracy maszyny do wykorzystania

$$8760 - 7970 = 790 \text{ godz., tj. } 9\%.$$

Efekty niewymierne

Efekty niewymierne dzieli się na grupy wg kryterium:

- a) poprawy organizacji pracy,
- b) poprawy jakości pracy,
- c) poprawy kontroli działalności jednostki organizacyjnej.

mgr inż. IRENA PERKOWSKA

COBiRTK

dr inż. ZDZISŁAW PERKOWSKI

OBRPK „Energokabel”

Ośrodek Informatyki PDOKP zapewnia następujące efekty niewymierne:

Ad a):

- Uproszczenie struktury organizacyjnej (zaletenie żeby wprowadzić;
- Uporządkowanie spraw klasyfikacji i symbolizacji zagadnień (płace).
- Uporządkowanie podstawowej bazy normatywnej (ilostany robocze).
- Poprawa organizacji pracy przez wymuszenie właściwego przebiegu cyklu i etapów pracy (wnioski do rozkładów jazdy).
- Możliwość wielokrotnego wykorzystania jednorazowo wprowadzonej informacji.

Ad b):

- Ujednolicenie dokumentów źródłowych.
- Znaczna poprawa w zakresie prawidłowego wypełniania i kompletności dokumentacji źródłowej.

Ad c):

- Wzrost dokładności danych wskutek narzucania przez system różnych form kontroli.
- Możliwość kontroli realizacji zamówień wraz z rozszerzonym zakresem informacji (dotyczy wagonów).
- Umożliwienie bezpośredniej kontroli oraz interwencji w zakresie realizowanych przejazdów.

Właściwości ekranujące nowych rodzajów kabli telekomunikacyjnych

Kable telekomunikacyjne, ułożone w pobliżu linii energetycznych lub trakcyjnych, są narażone na szkodliwe oddziaływanie zmiennych w czasie składowych prądów przewodzonych przez te linie. Składowe te wytwarzają bowiem w otoczeniu zmienne pole magnetyczne, które indukuje wzdłużne siły elektromotoryczne w żyłach i powłoce metalowej kabla. Z uwagi na brak idealnej symetrii torów kablowych symetrycznych SEM, indukowane w obu żyłach toru nie są sobie równe, a ich różnica stanowi napięcie zakłócające, które wpływa w istotny sposób na jakość transmisji.

Poziom zakłóceń pojawiających się w symetrycznych torach kablowych zależy w decydującym stopniu od budowy powłoki i ewentualnego opancerzenia kabla. Jeżeli bowiem powłoka wraz z pancerzem jest przynajmniej na obu końcach kabla uziemiona, to indukowana w niej SEM wywoła przepływ prądu w torze niesymetrycznym, współziemnym, utworzonym przez tę powłokę i ziemię. Przepływ tego prądu spowoduje pojawienie się w oto-

czeniu tzw. strumienia pola magnetycznego reakcji, skierowanego przeciwnie, a więc częściowo kompensującego strumień pola magnetycznego pierwotnego, wywołowanego przez linię zakłócającą (energetyczną lub trakcyjną).

Jest rzeczą oczywistą, że SEM wzdłużne — indukowane w żyłach kabla — są proporcjonalne do wypadkowego strumienia magnetycznego w otoczeniu żył, równego różnicy strumienia pola pierwotnego i strumienia pola reakcji. Im większy strumień pola reakcji, tym wydawniejsze jest redukcyjne, ekranujące działanie powłoki na wartość SEM, które indukowane są w żyłach kabla. Obecność pancerza z taśm, o dużej przenikalności magnetycznej, w najbliższym otoczeniu powłoki zwiększa w sposób oczywisty wartość strumienia pola reakcji i wpływa dodatnio na ekranujące działanie powłoki.

Wprowadzenie do sieci PKP nowych rodzajów kabli telekomunikacyjnych, o budowie diametralnie różnej od dotychczasowych, produkowanych od 1977 r. w Zakładzie Kabli

Telekomunikacyjnych Fabryki Kabli w Ożarowie Mazowieckim, spowodowało konieczność wykonania badań właściwości ekranujących oraz asymetrii torów względem ziemi w tych kablach. Znajomość tych parametrów jest bowiem niezbędna przy projektowaniu kablów linii telekomunikacyjnych, układanych w sąsiedztwie linii trakcyjnych lub energetycznych, do oceny spodziewanych oddziaływań linii silnopроводowych na tory telekomunikacyjne i wyboru odpowiednich środków zaradczych, dzięki którym indukowane SEM wzdłużne nie będą niebezpieczne dla personelu obsługi, a ponadto nie zostanie przekroczony dopuszczalny poziom zakłóceń w torach kablowych.

Badania wykonano dla kilkunastu typowychmiarów telekomunikacyjnych kabli miejscowych i dalekosieźnych, nie opancerzonych i opancerzonych, o bardzo zróżnicowanej budowie. W niniejszym artykule uzyskane wyniki badań są przedstawione w zarysie.

Ekranujące działanie powłoki i pancerza kabla. Współczynnik redukcyjny

Miarą ilościową ekranującego oddziaływanie powłoki albo powłoki łącznie z pancerzem, na wartość SEM wzdłużnej E_z indukowanej w żyłę kabla, jest idealny współczynnik redukcyjny r . Wyraża się on stosunkiem modułów SEM wzdłużnej E_z indukowanej przez przebiegającą w pobliżu linię silnoprowadową w żyłę kabla z idealnie uziemioną powłoką wraz z ewentualnym pancerzem oraz SEM wzdłużnej pojawiającej się w tej samej żyłę w identycznych warunkach, lecz po usunięciu powłoki i pancerza kabla. Ponieważ w praktyce odległość pomiędzy kablem i linią silnoprowadową jest zawsze wielokrotnie większa od średnicy kabla, SEM wzdłużna — pojawiająca się w rozpatrywanej żyłę po usunięciu powłoki i pancerza kabla — jest praktycznie równa SEM wzdłużnej E_p indukowanej w powłoce kabla, a zatem współczynnik redukcyjny r wyraża się wzorem:

$$r = \frac{E_z}{E_p} \quad (1)$$

Na rysunku 1 są przedstawione schematycznie współziemna linia silnoprowadowa przewodząca prąd I_0 oraz kabel z rozpatrywaną żyłą i uziemioną na obu końcach powłoką, która tworzy niesymetryczny tor współziemny przewodzący prąd I_p . Założymy, że jednostkowa impedancja wzdłużna tego toru będzie równa

$$Z_p = R_p + j\omega L_p \quad (2)$$

natomiast indukcyjności wzajemne na jednostkę długości oznaczmy następująco:

M_{op} — indukcyjność wzajemna między linią silnoprowadową i torem niesymetrycznym powłoka — ziemia;

M_{oz} — indukcyjność wzajemna między linią silnoprowadową i torem niesymetrycznym żyła — ziemia;

M_{pz} — indukcyjność wzajemna między torami niesymetrycznymi powłoka — ziemia i żyła — ziemia.

Ponieważ powłokę traktujemy jako idealnie uziemioną, stąd wielkość R_p oznacza rezystancję jednostkową powłoki połączonej równolegle z ewentualnym pancerzem, natomiast L_p oznacza jednostkową indukcyjność zewnętrzną powłoki, określoną przez energię zmagazynowaną w polu magnetycznym na zewnątrz powłoki o jednostkowej długości.

Według prawa indukcji elektromagnetycznej w jednostce długości powłoki, zmienne pole magnetyczne — wytwarzane przez prąd I_0 — indukuje siłę elektromotoryczną

$$E_p = -j\omega M_{op} I_0 \quad (3)$$

która spowoduje w torze niesymetrycznym powłoka — ziemia przepływ prądu

$$I_p = \frac{E_p}{Z_p} \quad (4)$$

wywołujący pojawienie się pola magnetycznego reakcji. Napięcie wzdłużne E_z , pojawiające się w żyłę o jednostkowej długości, jest wynikiem superpozycji dwóch sił elektromotorycznych, z których pierwsza

$$E_{oz} = -j\omega M_{oz} I_0 \quad (5)$$

jest indukowana w żyłę bezpośrednio przez pole magnetyczne pierwotne linii silnoprowadowej, a druga

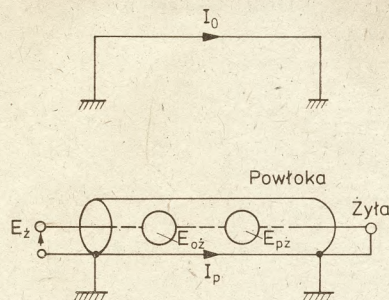
$$E_{pz} = -j\omega M_{pz} I_p = j\omega M_{op} I_0 \frac{j\omega M_{pz}}{Z_p} \quad (6)$$

jest rezultatem indukcyjnego oddziaływania na tę żyłę pola magnetycznego reakcji.

Z uwagi na to, że wymiary poprzeczne kabla są bardzo małe — w porównaniu z odległością od linii silnoprowadowej — indukcyjności wzajemne M_{op} i M_{oz} są praktycznie jednakowe; wobec czego — zgodnie ze związkami (3), (5) i (6) — napięcie wzdłużne E_z będzie równe:

$$E_z = E_{oz} + E_{pz} = E_p \left(1 - \frac{j\omega M_{pz}}{Z_p} \right) \quad (7)$$

Zauważmy jednak, że tory niesymetryczne żyła — ziemia oraz powłoka — ziemia są ze



Rys. 1. Oddziaływanie linii silnoprowadowej współziemnej na kablową linię telekomunikacyjną

sobą sprzężone za pośrednictwem pola magnetycznego zewnętrznego względem powłoki. Strumień tego pola przesądza więc o wartości indukcyjności wzajemnej M_{pz} , a z drugiej strony ten sam strumień determinuje wartość indukcyjności własnej powłoki L_p . Oznacza to zatem, że $M_{pz} = L_p$, a wówczas na podstawie zależności (1), (2) i (7)

$$|r| = \left| \frac{E_z}{E_p} \right| = \frac{R_p}{\sqrt{R_p^2 + \omega^2 L_p^2}} \quad (8)$$

W kablu opancerzonym indukcyjność L_p można przedstawić w postaci sumy dwóch składników:

$$L_p = L_z + L_s, \quad (9)$$

z których pierwszy jest indukcyjnością zewnętrzną obwodu powłoka — ziemia po usunięciu pancerza, a drugi reprezentuje strumień magnetyczny w materiale pancerza. Jeżeli cerza, przez b — jego grubość, a przez μ_w — przez D oznaczymy średnicę wewnętrzną pancerza, to składnik L_s indukcyjności powłoki można wyrazić za pomocą znanej zależności, która obowiązuje dla toru współosiowego:

$$L_s = 0,2 \mu_w \ln \frac{D + 2b}{D} \approx \frac{0,4 \mu_w b}{D} \quad [\text{mH/km}] \quad (10)$$

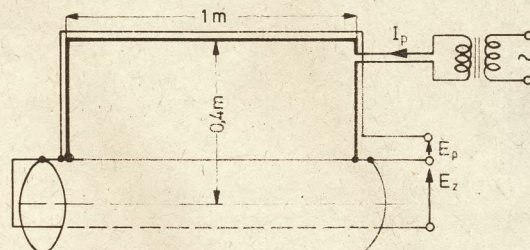
Z zależności (8) wynika, że wydajną redukcję napięcia indukowanego w żyłach kabla można otrzymać wtedy, gdy całokowita reaktancja powłoki ωL_p jest znacznie większa od jej rezystancji R_p . Zmniejszenie współczynnika redukcyjnego można zatem uzyskać bądź przez zmniejszenie rezystancji powłoki, bądź też przez zwiększenie jej indukcyjności. Pierwszy jej składnik L_z jest praktycznie niezależny od budowy powłoki, natomiast zależy od konduktywności ośrodka (ziemi), w którym występuje pole magnetyczne zewnętrzne kabla; przeciętna wartość tej indukcyjności wynosi 2 mH/km. Drugi składnik — indukcyjność pancerza L_s — jest proporcjonalny do wypadkowej przenikalności magnetycznej pancerza i jego grubości, a zatem może być zwiększony przez polepszenie właściwości magnetycznych materiału pancerza lub przez zwiększenie jego grubości.

W praktyce są stosowane obie metody zmniejszania współczynnika redukcyjnego kabli, przy czym zmniejszanie rezystancji powłoki osiąga się obecnie w zasadzie wyłącznie przez zastępowanie powłok ołowianych aluminiowymi, a zwiększenie indukcyjności — przez zastosowanie pancerza z taśm ze stali niskowęglowej o dużej przenikalności magnetycznej. Pancerz wykonany z drutów stalowych okrągłych lub profilowanych tylko w nieznacznym stopniu zwiększa indukcyjność powłoki, ponieważ ze względu na dużą liczbę szczelin powietrznych wartość wypadkowa względnej przenikalności

magnetycznej takiego pancerza jest bliska jedności.

Metoda pomiaru współczynnika redukcyjnego

Pomiary idealnego współczynnika redukcyjnego zostały wykonane za pomocą miernika firmy Siemens typu Rel 3 K 44 na próbkach kabli, o długości około 1,2 m. Uproszczony schemat układu do pomiaru współczynnika redukcyjnego, wykorzystywany w tym mierniku, przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Układ do pomiaru współczynnika redukcyjnego

Odcinek kabla, odpowiednio przygotowany do pomiarów, zasilany był prądem I_p o częstotliwości pomiarowej (50 Hz — 3 kHz) z transformatora prądowego przez ramkę (przewód powrotny) o długości 1 m i szerokości — mierzonej od osi kabla — równej 0,4 m. Wymiary ramki są tak dobrane, że jej indukcyjność (przy długości kabla równej 1 m) wynosi około 2 μ H, co odzwierciedla średnią wartość indukcyjności zewnętrznej L_z toru niesymetrycznego powłoka — ziemia (2 mH/km).

W tym samym układzie można również zmierzyć napięcie E_z , indukowane w 1 m żyły położonej wewnątrz powłoki. Wystarczy w tym celu zewrzeć koniec rozpatrywanej żyły z końcem powłoki badanej próbki kabla, a napięcie pomiędzy początkiem powłoki i początkiem wspomnianej żyły będzie równe E_z . Zgodnie ze związkiem (1), idealny współczynnik redukcyjny badanej próbki kabla będzie ilorazem obu zmierzonych wartości napięcia.

W kablach opancerzonych indukcyjność L_s pancerza zależy — tak jak przenikalność magnetyczna — od natężenia pola magnetycznego w pancerzu, czyli od prądu I_p lub od napięcia E_p powłoki. Zmianom wspomnianej indukcyjności w funkcji napięcia powłoki towarzyszą zmiany współczynnika redukcyjnego, co oznacza konieczność pomiaru tego współczynnika przy różnych wartościach E_p (od 1 do 1000 mV/m). Otrzymane w ten sposób charakterystyki wykazują minima współczynnika redukcyjnego, które odpowiadają maksymalnym wartościom przenikalności magnetycznej pancerza, przy ściśle określonych wartościach napięcia wzdłużnego powłoki.

Dokładność oceny idealnego współczynnika redukcyjnego kabla, w układzie z rysunku 2, zależy w dużym stopniu od sposobu i staranności przygotowania próbki do pomiarów. W próbce kabla nie opancerzonego końce powłoki powinny być starannie oczyszczone, a następnie

powinny być na nie nawinięte pierścienie z drutu miedzianego o dużym przekroju, usytuowane w odległości 1 m od siebie. Po nawinięciu pierścieni, skrócone ze sobą końce drutu należy pozostawić w celu ich dołączenia do ramki (przewodu powrotnego). Pierścienie należy starannie przylutować do powłoki na całym obwodzie powłoki. W powłokach aluminiowych wymaga to uprzedniego pokrycia miejsc nawinięcia pierścieni specjalnych stopem lutowniczym.

W kablach opancerzonych starannie oczyszczone końce pancerza próbki należy również zakończyć przylutowanymi — na całym obwodzie pancerza — pierścieniami z drutu miedzianego o dużym przekroju, a końce drutu należy przylutować do pierścieni przylutowanych do powłoki.

Wyniki pomiarów laboratoryjnych współczynnika redukcyjnego

Idealny współczynnik redukcyjny kabli miejscowych typu XTKMX

Telekomunikacyjne kable miejscowe typu XTKMX różnią się w istotny sposób od stosowanych wcześniej w sieci PKP kabli miejscowych tradycyjnych typu TKM. Żyły miedziane kabli XTKMX różnią się w istotny sposób od stosowanych wcześniej w sieci PKP kabli miejscokabli XTKMX są izolowane barwionym w masie polietylenem jednolitym, a następnie skręcane w wiązki czwórkowe. Z wiązek tych są formowane pęczki elementarne 5-czwórkowe, a z nich w kablach wielowiązkowych — pęczki podstawowe, 25- i 50-czwórkowe.

Ośrodki kabli o niewielkiej liczbie wiązek są skręcane bezpośrednio z pęczków elementarnych, natomiast ośrodki wielowiązkowe — z pęczków podstawowych. Na owinięte folią poliestrową ośrodki są wytłaczane powłoki polietylenowe z zaporą przeciwwilgociową, która zmniejsza wielokrotnie możliwość dyfuzji pary wodnej do wnętrza kabla. Zapora przeciwwilgociowa jest tworzona ze zwiniętej w rurkę z zakładką taśmy aluminiowej, pokrytej warstwą kopolimeru, która skleja taśmę aluminiową z gorącym — podczas wytłaczania — polietylenem powłoki i tworzy w rezultacie rurkę aluminiowo-polietylenową.

Zapora przeciwwilgociowa kabla pełni także rolę ekranu, którego rezystancja — z uwagi na jednakową grubość taśmy aluminiowej — zależy wyłącznie od średnicy kabla. Z tego powodu dla kabli o dużej średnicy, co potwierdzają wyniki pomiarów przedstawione graficznie na rysunkach 3 i 4 (kable XTKMX 25×4×0,6; XTKMX 50×4×0,4 oraz XTKMX 250×4×0,8). Przy częstotliwości 50 Hz, pierwszy i drugi z trzech wyżej wymienionych kabli mają współczynnik redukcyjny bliski jedności, a trzeci około 0,85 — niezależnie od wartości napięcia wzdłużnego. Wartość współczynnika redukcyjnego maleje wraz ze wzrostem częstotliwości (w grubym kablu — praktycznie odwrotnie proporcjonalnie do częstotliwości — rys. 4), co wynika bezpo-

średnio ze wzoru (8). W grubym kablu $\omega^2 L_p^2 \gg R_p^2$, a składnik R_p^2 może być pominięty.

Porównanie danych przedstawionych graficznie na rysunkach 3 i 4 z wynikami pomiarów współczynnika redukcyjnego kabli miejscowych tradycyjnych, o izolacji papierowo-powietrzanej i powłoce ołowianej — typu TKM wskazuje, że — z punktu widzenia właściwości ekranujących — nowe kable miejscowe są nieco gorsze od tradycyjnych.

Idealny współczynnik redukcyjny kabli miejscowych typu FfTKMXx

Ośrodki kabli miejscowych typu FfTKMXx mają taką samą budowę jak kable XTKMX. Są one dodatkowo owijane kilkoma taśmami papierowymi, które stanowią barierę cieplną konieczną podczas spawania powłoki.

Powłokę kabla stanowi zwinięta wzdłużnie w rurkę, a następnie pospawana wzdłuż styku brzegów, miękka taśma o grubości 0,3 mm ze stali niskowęglowej. Spawanie jest wykonywane łukiem elektrycznym w atmosferze ochronnej.

W celu zwiększenia giętkości pospawana powłoka jest spiralnie falowana, a dla zabezpieczenia jej przed korozją — pokryta jest elastyczną warstwą mieszaniny bitumicznej (asfalt naftowy z dodatkiem kauczuku), na którą wytłaczana jest osłona z czarnego polietylenu, odpornego na starzenie cieplne, na działanie światła oraz na korozję naprężeniową (pękanie pod wpływem naprężeń mechanicznych w środowisku powierzchniowo-czynnym, np. w roztworach detergentów).

Wyniki pomiarów współczynnika redukcyjnego kabla FfTKMXx 10×4×0,6 przy różnych wartościach napięć wzdłużnych powłoki, przedstawiono na rysunku 5. Dowodzą one, że przy częstotliwości 50 Hz i napięciu wzdłużnym powłoki do 100 mV/m wartości współczynnika redukcyjnego tego kabla są bliskie jedności, natomiast przy większym napięciu wzdłużnym — z uwagi na wzrost przenikalności magnetycznej stali — współczynnik redukcyjny maleje.

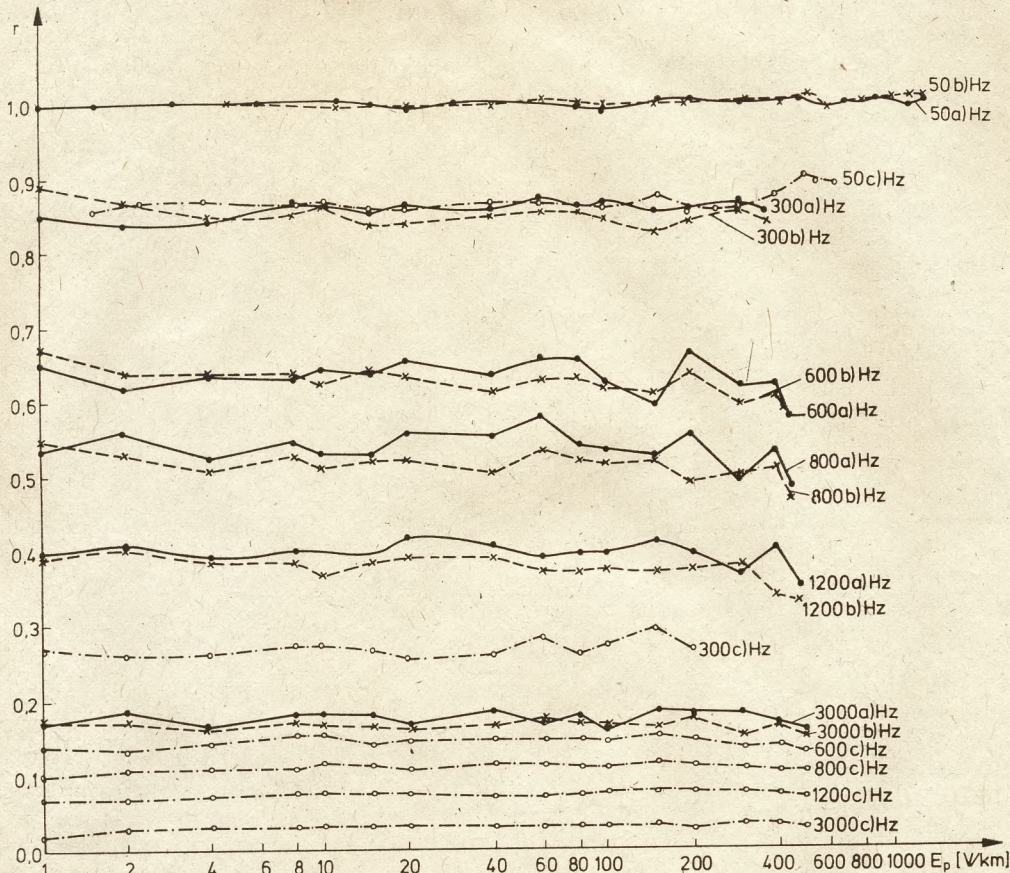
Z charakterystyki magnesowania wynika jednak, że przy ściśle określonej wartości natężenia pola (natężenie to jest proporcjonalne do prądu powłoki, a więc i do napięcia wzdłużnego E_p), przenikalność magnetyczna stali osiąga wartość maksymalną, a dalszy wzrost natężenia pola powoduje spadek przenikalności magnetycznej (nasycenie). Maksymalna wartość przenikalności magnetycznej stali oznacza, zgodnie ze wzorem (10), największą wartość indukcyjności powłoki, a według zależności (8) — minimum współczynnika redukcyjnego, które w badanym kablu wynosi 0,86 i występuje przy napięciu wzdłużnym $E_p = 300$ mV/m. Powyżej tej wartości napięcia wzdłużnego obserwuje się wyraźny wzrost współczynnika redukcyjnego kabla.

Przytoczone dane dowodzą, że powłoka stalowa, mimo ferromagnetyzmu stali, nie daje sama rewelacyjnych właściwości ekranujących, nawet przy częstotliwościach akustycznych. Osiągane wyniki są porównywalne z uzyski-

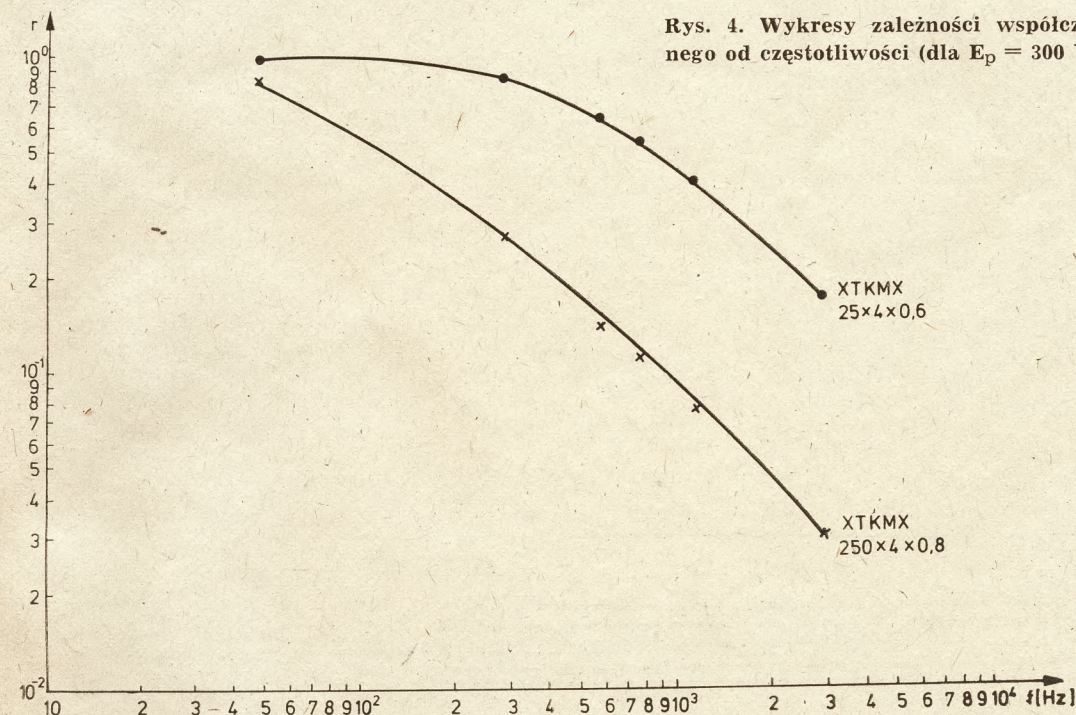
wanymi w powłokach kabli XTKMX, a przyczyną tego stanu rzeczy jest duża rezystancja jednostkowa powłoki stalowej (R_p w zależności (8)).

Sytuację zmienia radykalnie zastosowanie dodatkowego ekranu z taśmy miedzianej lub aluminiowej, który może być umieszczony pod powłoką stalową. Taki ekran — o małej rezystancji jednostkowej — pozwala na wydatne zmniejszenie współczynnika redukcyjnego w

zakresie napięć wzdłużnych od 50 do 500 mV/m. Przy 50 Hz ekran z taśmy Al, o grubości 0,08 mm, pozwala na uzyskanie wartości $r = 0,85$ przy krańcowych wartościach napięcia wzdłużnego oraz wartości minimalnej współczynnika redukcyjnego $r < 0,6$ przy $E_p = 150$ mV/m. W zakresie częstotliwości akustycznych spadek wartości współczynnika redukcyjnego wraz ze wzrostem napięcia wzdłużnego zaznacza się już powyżej 10 mV/m. Uzyskiwane wartości są



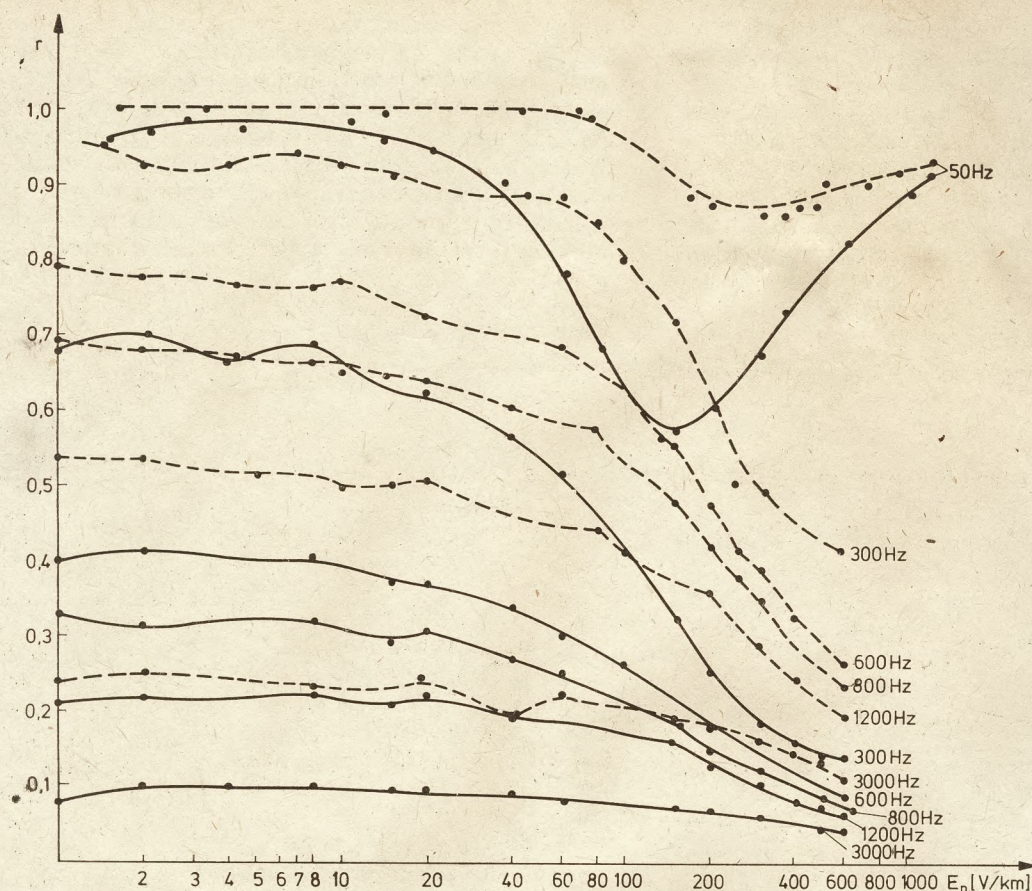
Rys. 3. Wykresy współczynnika redukcyjnego $r = f(E_p)$ dla różnych częstotliwości dla kabli
a — XTKMX 25×4×0,6 o średnicy ośr. = 14,0 mm i grubości ekranu 0,08 mm,
b — XTKMX 50×4×0,4 o średnicy ośr. = 14,0 mm i grubości ekranu 0,08 mm,
c — XTKMX 250×4×0,8 o średnicy ośr. = 54,0 mm i grubości ekranu 0,15 mm



Rys. 4. Wykresy zależności współczynnika redukcyjnego od częstotliwości (dla $E_p = 300$ V/km)

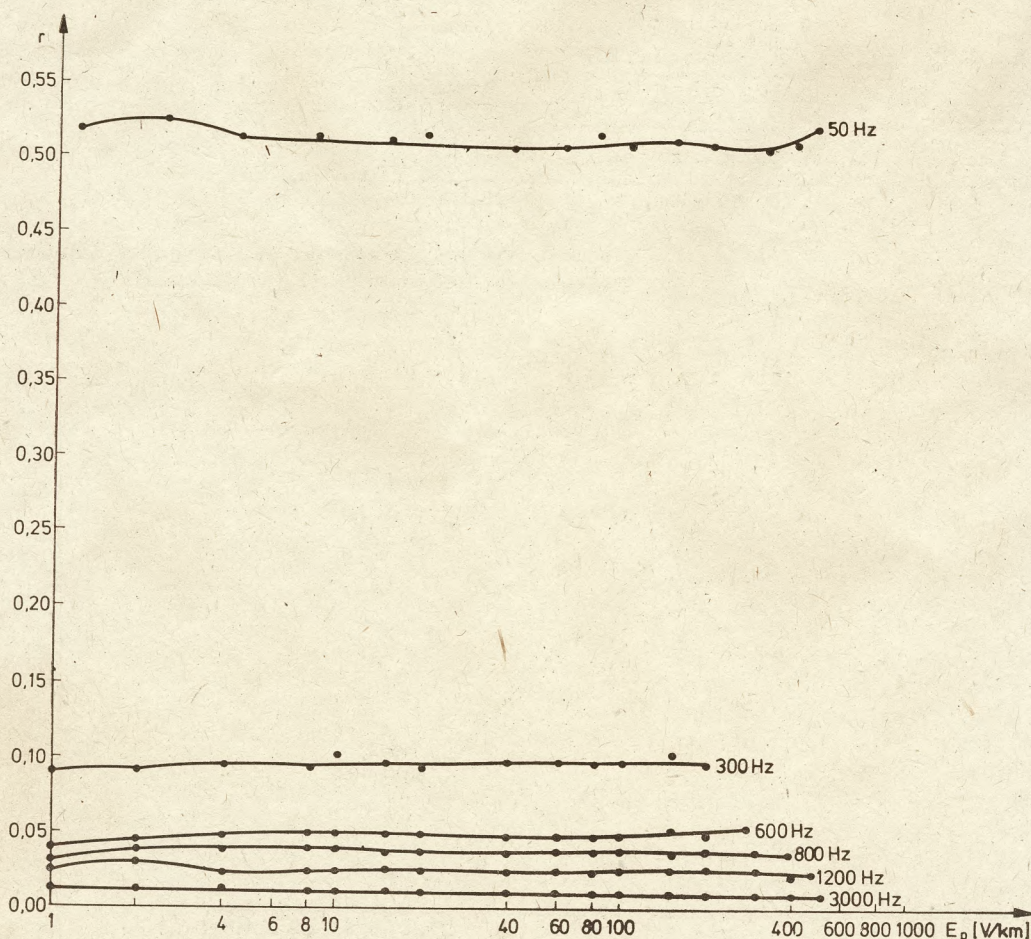
Rys. 5. Wykresy współczynnika redukcijnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla

—●—●— a
FfTKMX $10 \times 4 \times 0,6$ — o średnicy ośrodka = 10,0 mm i grubości powłoki 0,3 mm
—●—●— b
FfTKMX $10 \times 4 \times 0,6$ — na ośrodek kabla nałożono dodatkowo taśmę aluminium o szerokości 40 mm i grubości 0,08 mm



Rys. 6. Wykresy współczynnika redukcijnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla gołego

AlTKDXpx $14 \times 4 \times 1,2$ o średnicy ośr. = 21 mm i grubości powłoki 0,9 mm



znacznie mniejsze niż dla kabla bez dodatkowego ekranu (rys. 5) i maleją ze wzrostem częstotliwości.

Wyniki badań przedstawione na rysunku 5 dowodzą, że powłoka stalowa spawana, z dodatkowym, ekranem miedzianym lub aluminiowym jest rozwiązaniem bardzo korzystnym z punktu widzenia właściwości ekranujących. Stwarza ona możliwość uzyskania — przy znacznie mniejszym zużyciu materiałów — takich samych właściwości ekranujących, jakie obserwuje się w powłokach ołowianych z pancerzami z taśm stalowych. Z tego powodu wprowadzenie kabli o takich powłokach (Fe + Cu lub Al) do sieci PKP jest korzystne.

Idealny współczynnik redukcyny nowych rodzajów kabli dalekosiężnych

Fabryka Kabli w Ożarowie Mazowieckim produkuje obecnie dwa rodzaje kabli dalekosiężnych o torach symetrycznych oraz kable dalekosiężne z torami współosiowymi małowymiarowymi typu 1,2/4,4 mm. Kable o torach symetrycznych są produkowane z żyłami miedzianymi o średnicach 0,8; 0,9 i 1,2 mm, izolowanymi polietylenem piankowym.

Żyły o średnicy 0,8 mm są stosowane wyłącznie w kablach typu AITKDNXpx, o wiązkach parowych skręconych w sześcioparowe pęczki, które są następnie ekranowane taśmami aluminiowymi. Z kolei z takich ekranowanych pęczków są skręcane ośrodki kabli o liczbie par równej 24, 48 lub 84. Są to kable przystosowane do transmisji wielokrotnej z podziałem czasowym, z modulacją impulsowo-kodową (MIK), nadające się do przesyłania informacji cyfrowej z prędkością 8,5 lub 34

megabity na sekundę, co odpowiada 120 lub 480 kanałom telefonicznym. Z uwagi na niezbyt duże wiązki łącz potrzebne w sieci PKP, kable te raczej nie znajdują w niej zastosowania.

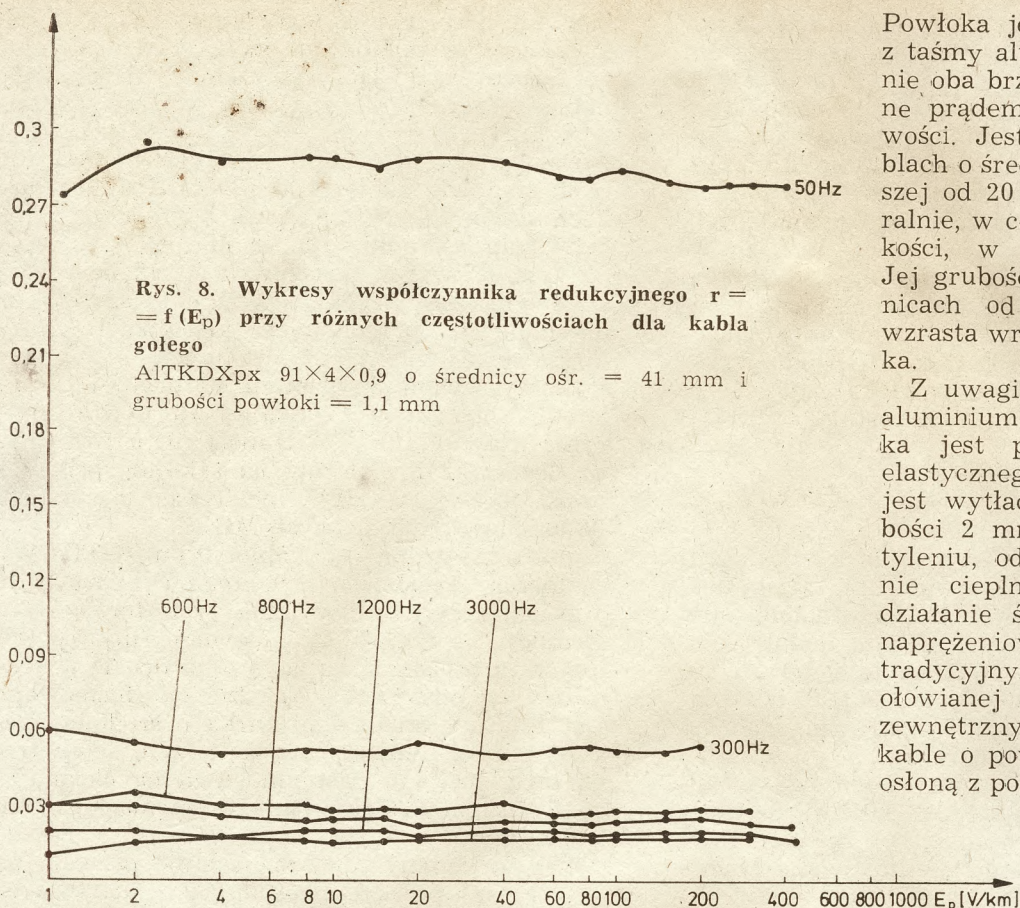
Następną grupę kabli o torach symetrycznych stanowią kable typu AITKDXpx, o wiązkach czwórkowych z żyłami o średnicach 0,9 i 1,2 mm. Ośrodki tych kabli mogą zawierać od 7 do 91 wiązek skręconych w układzie warstwowym, przy czym sąsiednie warstwy są układane w przeciwnych kierunkach. Tory macierzyste wiązek czwórkowych mogą być wykorzystywane do telefonii naturalnej, do telefonii analogowej 24-krotnej (do 108 kHz — część torów) lub do transmisji cyfrowej z prędkością 2 megabitów na sekundę (również część torów), co daje możliwość utworzenia 30 kanałów telefonicznych MIK.

Ostatnia grupa to kable typu AITKDWx o torach współosiowych małowymiarowych. Miedziane żyły wewnętrzne tych torów — o średnicy 1,2 mm — są izolowane rurką polietylenową zaciskaną na gorąco na drucie w jednakowych odstępach. Na izolacji formowana jest z taśmy miedzianej rurka o średnicy wewnętrznej 4,4 mm, stanowiąca żyłę zewnętrzną toru, owijana następnie dwiema ekranującymi taśmami stalowymi i dwiema taśmami izolacyjnymi.

Tak wykonany tor współosiowy pozwala na jednoczesne przesyłanie 300, 960, a nawet 2700 rozmów telefonicznych, przy zwielokrotnieniu częstotliwościowym (widmo częstotliwości do 12,5 MHz), albo 1920 rozmów telefonicznych — przy zwielokrotnieniu czasowym (około 140 megabitów/s). Wytwarzane seryjnie kable zawierają od 4 do 12 torów współosiowych, a w



Rys. 7. Wykresy współczynnika redukcynego $r = f(E_p)$ dla kabla gołego AITKDXpx 28×4×1,2 o średnicy ośr. = 31,0 mm i o grubości powłoki = 0,9 mm



Rys. 8. Wykresy współczynnika redukcijnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla gołego
 ALTKDXpx 91×4×0,9 o średnicy ośr. = 41 mm i grubości powłoki = 1,1 mm

Powłoka jest zwijana w rurkę z taśmy aluminiowej, a następnie oba brzegi taśmy są spawane prądem wielkiej częstotliwości. Jest ona gładka w kablach o średnicy ośrodka mniejszej od 20 mm i falowana spiralnie, w celu zwiększenia giętkości, w grubszych kablach. Jej grubość zawiera się w granicach od 0,7 do 1,2 mm i wzrasta wraz ze średnicą ośrodka.

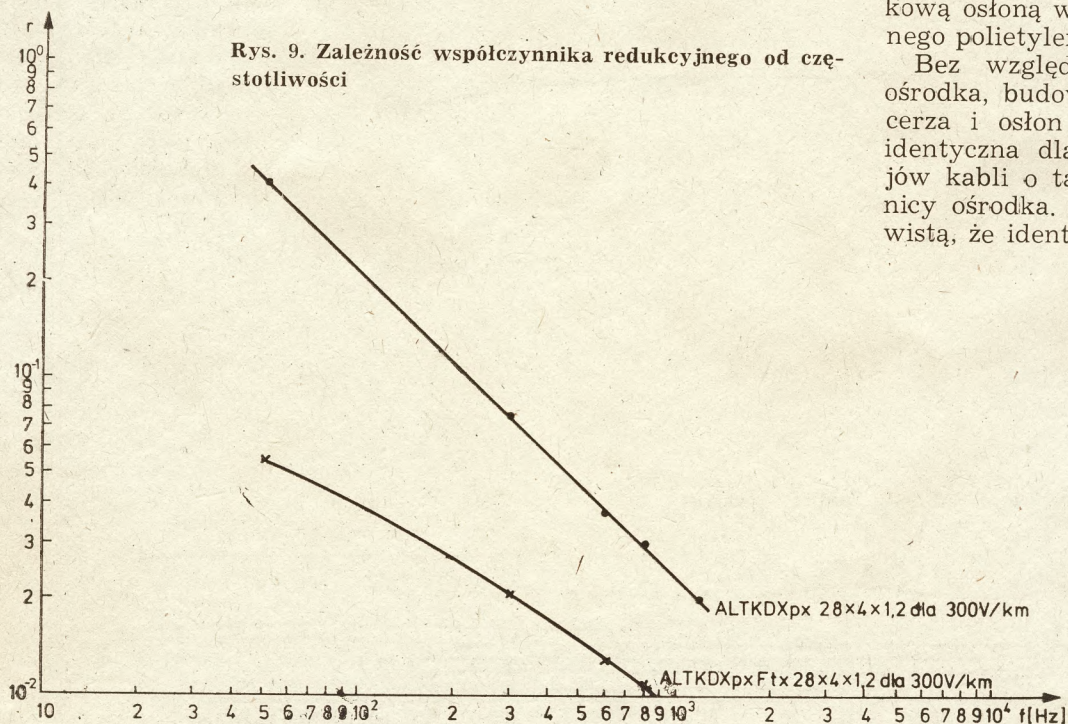
Z uwagi na słabą odporność aluminium na korozję, powłoka jest pokrywana warstwą elastycznego bitumu, na który jest wytłaczana osłona o grubości 2 mm z czarnego polietyleniu, odpornego na: starzenie cieplne (na utlenianie), działanie światła oraz korozję naprężeniową. Zatem kablom tradycyjnym — w powłoce ołowianej bez żadnych osłon zewnętrznych — odpowiadają kable o powłoce aluminiowej z osłoną z polietyleniu.

kablach mieszanych — z torami współosiowymi i wiązkami czwórkowymi — przewiduje się również profil z dwoma torami współosiowymi.

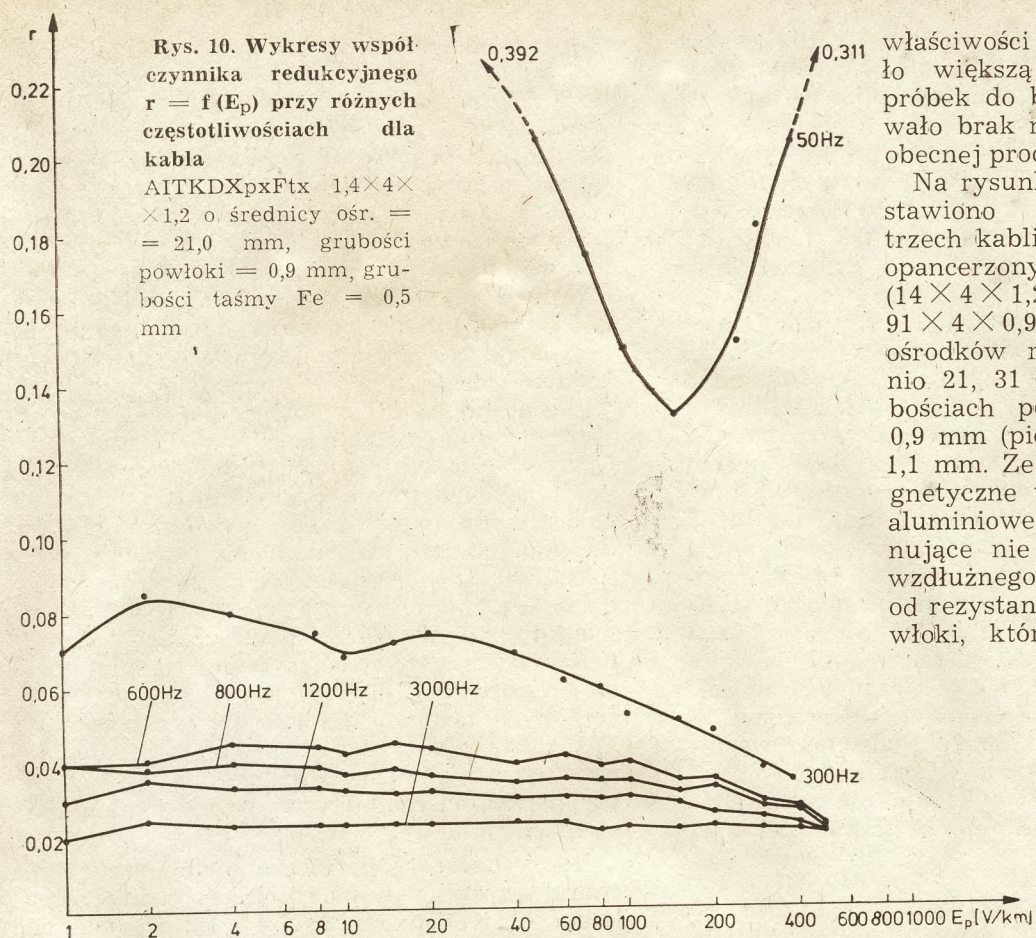
Ośrodki wszystkich rodzajów kabli są owijane kilkoma warstwami papieru, stanowiącego izolację cieplną przy spawaniu powłoki.

Mimo znacznie większej odporności mechanicznej powłoki aluminiowej w porównaniu z ołowianą, produkowane są także kable opancerzone taśmami stalowymi bądź drutami stalowymi. Pancerz jest zawsze chroniony przed korozją dodatkową osłoną wytłaczaną z czarnego polietyleniu.

Bez względu na zawartość ośrodka, budowa powłoki, pancerza i osłon ochronnych jest identyczna dla różnych rodzajów kabli o takiej samej średnicy ośrodka. Jest rzeczą oczywistą, że identyczne są również

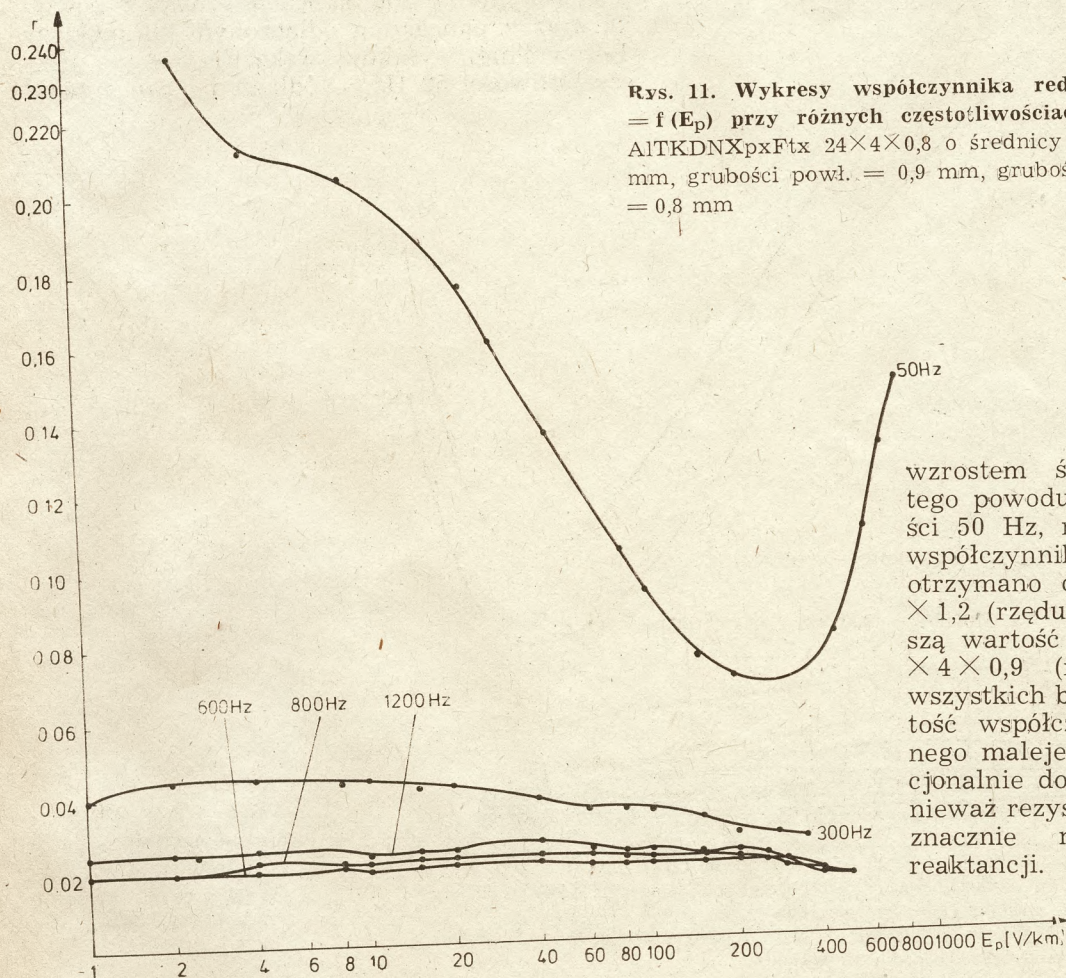


Rys. 9. Zależność współczynnika redukcijnego od częstotliwości



właściwości ekranujące, co dało większą swobodę wyboru próbek do badań i skompenso-
 wało brak niektórych profili w obecnej produkcji.

Na rysunkach 6, 7 i 8 przedstawiono wyniki pomiarów trzech kabli dalekosiężnych nieopancerzonych typu AITKDXpx ($14 \times 4 \times 1,2$; $28 \times 4 \times 1,2$ i $91 \times 4 \times 0,9$), o średnicach ośrodków równych odpowiednio 21, 31 i 41 mm oraz grubościach powłoki aluminiowej 0,9 mm (pierwsze dwa kable) i 1,1 mm. Ze względu na niemagnetyczne właściwości powłoki aluminiowej, jej działanie ekranujące nie zależy od napięcia wzdłużnego, natomiast zależy od rezystancji jednostkowej powłoki, która maleje wraz ze



wzrostem średnicy kabla. Z tego powodu, przy częstotliwości 50 Hz, największą wartość współczynnika redukcyjnego otrzymano dla kabla $14 \times 4 \times 1,2$ (rzędu 0,52), a najmniejszą wartość — dla kabla $91 \times 4 \times 0,9$ (rzędu 0,28). Dla wszystkich badanych kabli wartość współczynnika redukcyjnego maleje odwrotnie proporcjonalnie do częstotliwości, ponieważ rezystancja powłoki jest znacznie mniejsza od jej reaktancji. Ilustruje to krzy-

wa przedstawiona na rysunku 9 dla kabla $28 \times 4 \times 1,2$, która w skali podwójnie logarytmicznej ma przebieg bardzo zbliżony do prostej.

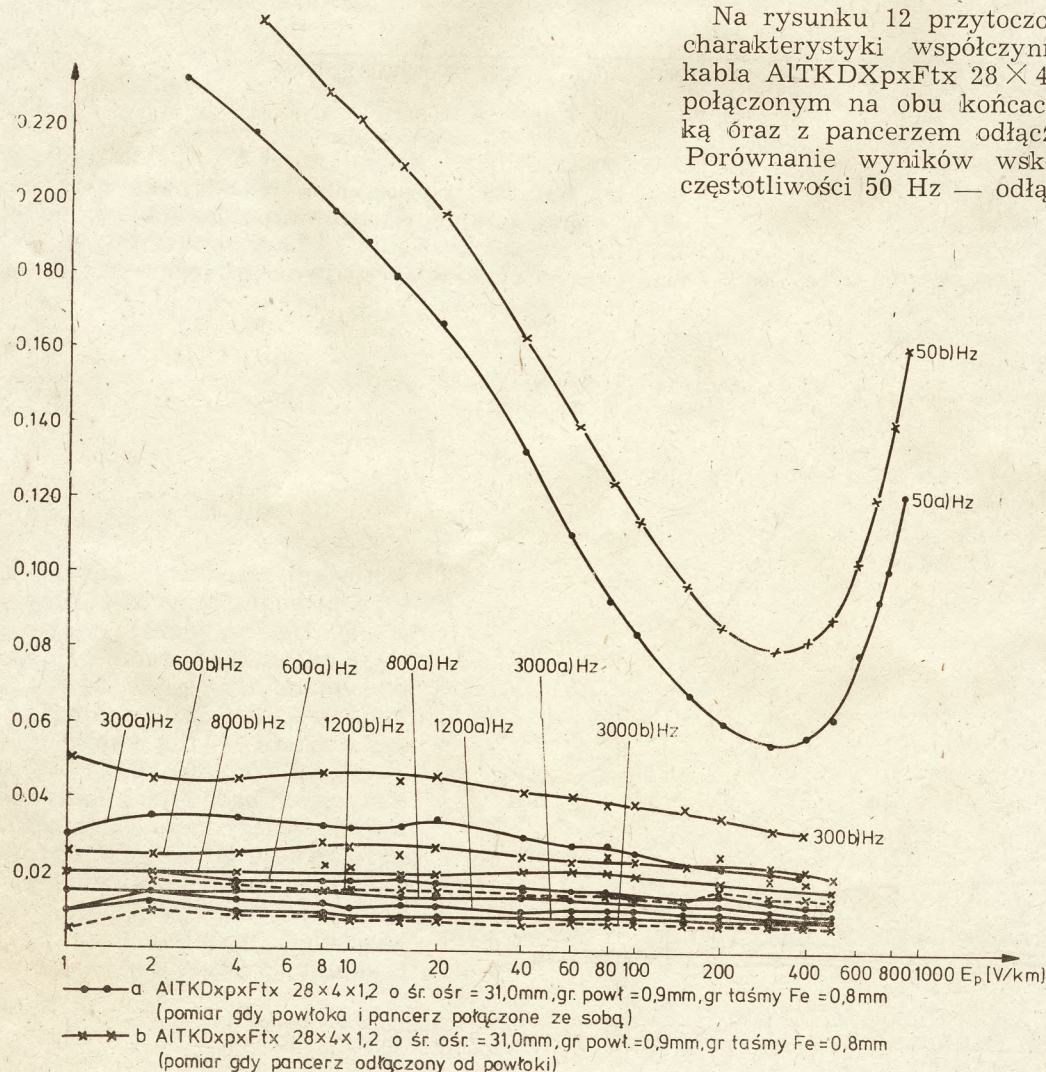
Zastosowanie pancerza z taśm stalowych radykalnie zmniejsza wartości współczynników redukcyjnych kabli, co ilustrują dane przedstawione graficznie na rysunkach 10, 11 i 12, uzyskane z pomiarów próbek kabli ALTkDXpFtx $14 \times 4 \times 1,2$ (średnica ośrodka 21 mm, grubość każdej z dwóch taśm stalowych 0,5 mm), ALTkDNXpFtx $24 \times 2 \times 0,8$ (średnica ośrodka 33 mm, 2 taśmy stalowe o grubości 0,8 mm) oraz ALTkDXpFtx $28 \times 4 \times 1,2$ (średnica ośrodka 31 mm, grubość taśm stalowych 0,8 mm). Wszystkie próbki miały powłokę aluminiową o grubości 0,9 mm. Z uwagi na największą rezystancję wzdłużną powłoki, największe wartości współczynnika redukcyjnego uzyskano dla kabla 14-czworokowego, jednakże ze względu na ekranujące działanie pancerza — w zakresie napięć wzdłużnych od 0 do 1 V/m — są one nie większe niż 0,4 (w zakresie $E_p = 20-600$ m V/m współczynnik redukcyjny jest nie większy niż 0,3).

Przy częstotliwości 50 Hz, zależność współczynnika redukcyjnego kabli opancerzonych od napięcia wzdłużnego wykazuje obecność charakterystycznego minimum przy wartości tego

napięcia od 150 do 300 m V/m — w zależności od średnicy kabla (przy większym napięciu wzdłużnym dla grubszych kabli). Wartość minimalna jest tym mniejsza, im mniejsza jest rezystancja powłoki w porównaniu z jej reakcją (wpływ większej przenikalności magnetycznej taśm stalowych pancerza może skompensować nieco większą rezystancję powłoki) i zawiera się w granicach od 0,055 do 0,13. Obecność minimum jest uwarunkowana zależnością wypadkowej przenikalności magnetycznej pancerza od prądu magnesującego (przenikalność rośnie wraz z amplitudą prądu magnesującego aż do momentu nasycenia, a następnie zmniejsza się).

Przy częstotliwościach akustycznych dla kabli opancerzonych taśmami otrzymuje się znacznie mniejsze wartości współczynników redukcyjnych niż dla kabli nie opancerzonych (przy 300 Hz — co najmniej dwukrotnie mniejsze), a ponadto wartości te są tylko w niewielkim stopniu zależne od napięcia wzdłużnego. Zależność współczynnika redukcyjnego od częstotliwości (rys. 9) jest w kablach opancerzonych taśmami słabsza niż w kablach nie opancerzonych, z uwagi na wpływ prądów wirowych w stali (zmniejszanie się efektywnej przenikalności magnetycznej ze wzrostem częstotliwości).

Na rysunku 12 przytoczono dla porównania charakterystyki współczynnika redukcyjnego kabla ALTkDXpFtx $28 \times 4 \times 1,2$ z pancerzem połączonym na obu końcach próbki z powłoką oraz z pancerzem odłączonym od powłoki. Porównanie wyników wskazuje, że — przy częstotliwości 50 Hz — odłączenie pancerza od



Rys. 12. Wykresy współczynnika redukcyjnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach, dla kabla

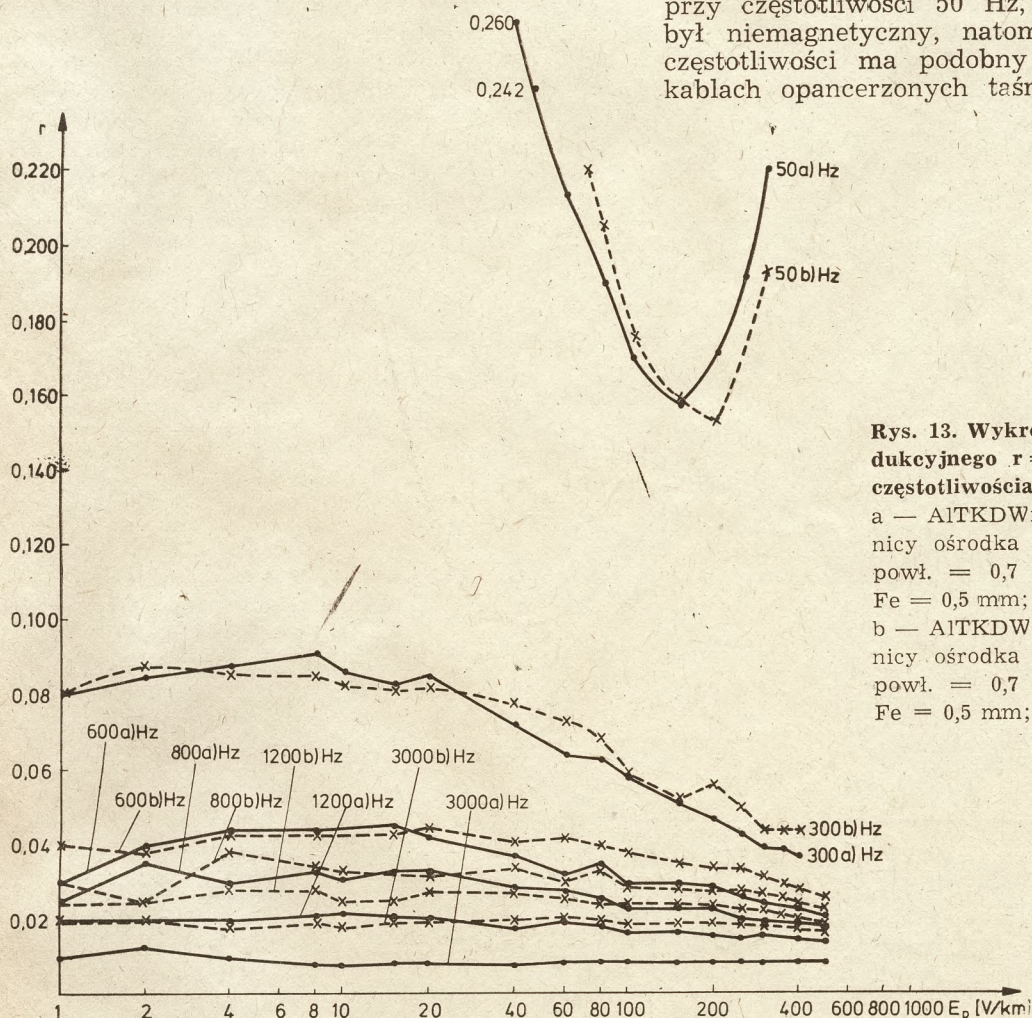
powłoki powoduje zwiększenie współczynnika redukcyjnego o 1/3. Ze względu na wpływ prądów wirowych indukowanych w pancerzu, zależność współczynnika redukcyjnego od napięcia wzdłużnego powłoki ma taki sam charakter jak przy pancerzu połączonym z powłoką.

Na rysunku 13 przedstawiono wyniki pomiarów dwóch próbek kabla dalekosiężnego ALTKDWxFtx $6 \times 1,2/4,4$, który zawiera 6 torów współosiowych, małowymiarowych (średnica ośrodka 20 mm) w powłoce aluminiowej o grubości 0,7 mm, z pancerzem z dwóch taśm stalowych o grubości 0,5 mm. Z uwagi na identyczną budowę powłoki, pancerza i osłon, zależności współczynnika redukcyjnego od napięcia wzdłużnego i od częstotliwości mają taki sam charakter jak w kablach o wiązkach symetrycznych. Z uwagi na mniejszą średnicę ośrodka, wartości współczynnika redukcyjnego są większe od odpowiednich wartości uzyskanych dla kabla ALTKDXpxFtx $14 \times 4 \times 1,2$.

Podobny charakter mają również krzywe przedstawione na rysunku 14, uzyskane z pomiarów próbki kabla mieszanego ALTKDWxFtx $4 \times 1,2/4,4 + 14 \times 4 \times 0,9$, który zawiera we wspólnej powłoce aluminiowej 4 tory współosiowe, małowymiarowe oraz jedną warstwę 14 wiązek czwórkowych z żyłami o średnicy 0,9 mm i jest opancerzony dwiema taśmami

stalowymi o grubości 0,8 mm. Średnica ośrodka tego kabla wynosi 24 mm, a grubość powłoki aluminiowej jest równa 0,9 mm, w związku z czym uzyskane wartości współczynnika redukcyjnego są zawarte pomiędzy wartościami otrzymanymi dla kabli ALTKDXpxFtx $14 \times 4 \times 1,2$ oraz ALTKDNXpxFtx $24 \times 2 \times 0,9$.

Z kolei na rysunkach 15 i 16 przedstawiono wyniki pomiarów współczynnika redukcyjnego kabli ALTKDXpxFox '91 $\times 4 \times 0,9$ (średnica ośrodka 41 mm) oraz ALTKDXpxFox $48 \times 4 \times 1,2$ (średnica ośrodka 40 mm) w powłokach aluminiowych o grubości 1,1 mm, opancerzonych drutami stalowymi okrągłymi o średnicy 4,0 mm z tak zwaną spiralą przeciwną z taśmy stalowej o szerokości 25 mm (spiralą ta jest nawinięta w przeciwnym kierunku niż druty pancerza i zapobiega skręcaniu kabla przez siły sprężystości drutów). Otrzymane wyniki dowodzą, że przy takim samym zużyciu stali działanie ekranujące pancerza z drutów jest znacznie słabsze niż pancerza z taśm (ze względu na liczne szczeliny powietrzne wypadkowa przenikalność magnetyczna pancerza jest bliska jedności, co prowadzi do zmniejszenia indukcyjności powłoki). Potwierdzają to także dane zawarte w literaturze fachowej (wzory (8) i (10)). Wartości współczynnika redukcyjnego zależą w niewielkim stopniu od napięcia wzdłużnego, nawet przy częstotliwości 50 Hz, jak gdyby ekran był niemagnetyczny, natomiast zależność od częstotliwości ma podobny charakter jak w kablach opancerzonych taśmami stalowymi.



Rys. 13. Wykresy współczynnika redukcyjnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla

a — ALTKDWxFtx $6 \times 1,2/4,4$ o średnicy ośrodka = 20,0 mm, grubości powł. = 0,7 mm, grubości taśmy Fe = 0,5 mm;
b — ALTKDWxFtx $6 \times 1,2/4,4$ o średnicy ośrodka = 20,0 mm, grubości powł. = 0,7 mm, grubości taśmy Fe = 0,5 mm;

Krzywe przedstawione na rysunku 16 otrzymane z pomiarów próbki kabla AITKDXpxFox $48 \times 4 \times 1,2$, po odłączeniu pancerza od powłoki dowodzą, że — podobnie jak w kablach opancerzonych taśmami stalowymi — współczynnik redukcyjny przy częstotliwości 50 Hz wzrasta o około 1/3.

Wpływ uziemienia powłoki i pancerza kabla na ich działanie ekranujące

Rzeczywisty współczynnik redukcyjny

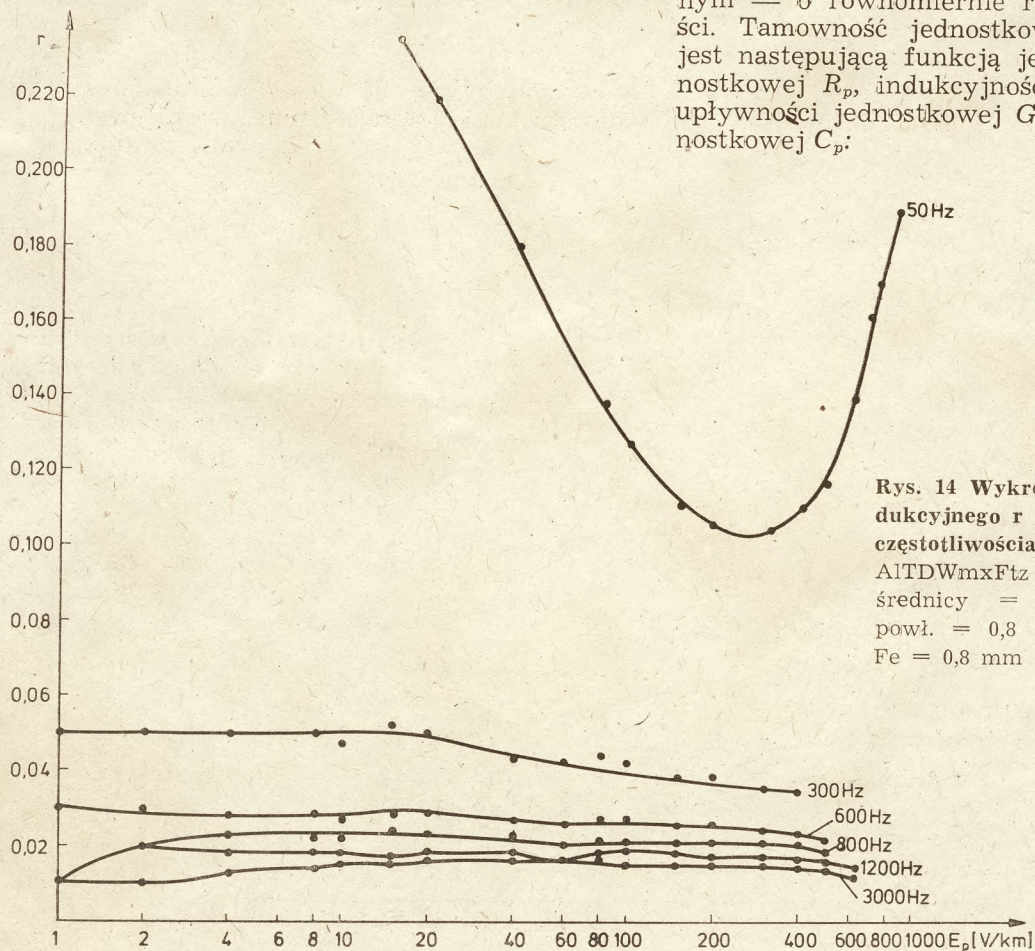
Mechanizm ekranującego działania powłoki i pancerza kabla polega na tym, że w następstwie przepływu prądu wzdłuż powłoki pojawia się w żyłę dodatkowa SEM, indukowana przez wytwarzane przezeń pole magnetyczne i skierowana przeciwnie do SEM pierwotnej, indukowanej przez pole magnetyczne zewnętrzne, które pochodzi od linii silnoprądowej. Z kolei przepływ prądu wzdłuż powłoki jest wymuszony w obwodzie powłoka — ziemia przez SEM, indukowaną w powłoce przez pole magnetyczne zewnętrzne. Wypadkowa SEM indukowana w żyłę, równa sumie obu wspomnianych wyżej, jest mniejsza od SEM pierwotnej, która pojawia się w żyłę w wyniku bezpośredniego oddziaływania linii silnoprądowej na tę żyłę.

Z powyższych stwierdzeń wynika wniosek, że koniecznym i dostatecznym warunkiem

ekranującego działania powłoki jest przepływ prądu w obwodzie powłoka — ziemia. Przy braku tego prądu znika działanie redukcyjne.

Kable tradycyjne — z osłonami zewnętrznymi z impregnowanej juty — wykazują po ułożeniu dużą upływność w stosunku do ziemi, ze względu na higroskopijność osłon i nawet bez stosowania dodatkowych uziomów prąd w obwodzie powłoka — ziemia nie jest radykalnie ograniczony w porównaniu z sytuacją, gdy powłoka jest idealnie uziemiona, (tj. gdy rezystancja przejścia powłoka — ziemia jest równa zero), i do której odnosi się mierzony w warunkach laboratoryjnych idealny współczynnik redukcyjny. Zastosowane w nowych kablach osłony przeciwkorozyjne z polietylenu zmniejszają praktycznie do zera upływność powłoka — ziemia, w wyniku czego bez dodatkowych uziomów w złączach linii kablowej prąd powłoki jest bliski zera, a rzeczywisty współczynnik redukcyjny — obserwowany w warunkach eksploatacyjnych — jest praktycznie równy jednocy, zwłaszcza przy bardzo małych częstotliwościach. Jest rzeczą zrozumiałą, że przy stosowaniu uziomów wartość rzeczywistego współczynnika redukcyjnego jest zależna od liczby uziomów w danej linii, jak również od ich rezystancji.

Podawane w literaturze fachowej zależności pomiędzy rzeczywistym i idealnym współczynnikiem redukcyjnym zostały wyprowadzone przy założeniu, że tor współziemny powłoka — ziemia jest torem elektrycznie jednorodnym — o równomiernie rozłożonej upływności. Tamowność jednostkowa γ takiego toru jest następującą funkcją jego rezystancji jednostkowej R_p , indukcyjności jednostkowej L_p , upływności jednostkowej G_p i pojemności jednostkowej C_p :



Rys. 14 Wykresy współczynnika redukcyjnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla

AITDWmxFtz $4 \times 1,2/4,4 + 14 \times 4 \times 0,9$ o średnicy = 24,0 mm, grubości powł. = 0,8 mm, grubości taśmy Fe = 0,8 mm

$$\gamma = \sqrt{(R_p + j\omega L_p)(G_p + j\omega C_p)} \quad (11)$$

W linii zbudowanej z kabla tradycyjnego można pominąć susceptancję ωC_p wobec dużej upływności G_p . Składową rzeczywistą tamowności — tłumienność falowa — jest wówczas duża i nawet przy bardzo małych częstotliwościach należy brać pod uwagę falową naturę zjawisk, które zachodzą w torze współzbieżnym. Nie ma takiej konieczności w stosunku do kabla z osłoną z polietylenu, ponieważ wówczas upływność G_p jest pomijalnie mała wobec susceptancji ωC_p . Z uwagi na bardzo małą tamowność, można wówczas zastąpić linię kablową łańcuchem zbudowanym ze skupionych impedancji

$$Z_1 = R_p + j\omega L_p \quad l = Z_p l \quad (12)$$

reprezentujących odcinki toru współzbieżnego o długości l , które są położone między uziomami oraz z rezystancji uziomów R_u . Przy małych częstotliwościach pojemności $C_p l$ — występujące we wspomnianych odcinkach toru — nie wywierają żadnego działania bocznikującego na rezystancje R_u i mogą być zaniebane. Taki łańcuch jest przedstawiony na rysunku 17.

Założymy, że środkowy odcinek łańcucha jest sekcją zbliżenia z linią silnoprádową, w związku z czym pojawia się w tej sekcji SEM wzdłużna $E_p l$. Wówczas pozostałe ogniwa łańcucha bocznikują jedynie rezystancje uziomów R_u rozpatrywanej sekcji, wobec czego wypad-

kowe impedancje $Z_{U1,2}$ zastępczych uziomów będą określone wyrażeniem:

$$Z_{U1,2} = \frac{1}{\frac{1}{R_u} + \frac{1}{Z_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_u} + \frac{1}{Z_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_u} + \frac{1}{Z_1 + \dots}}}}}} \quad (13)$$

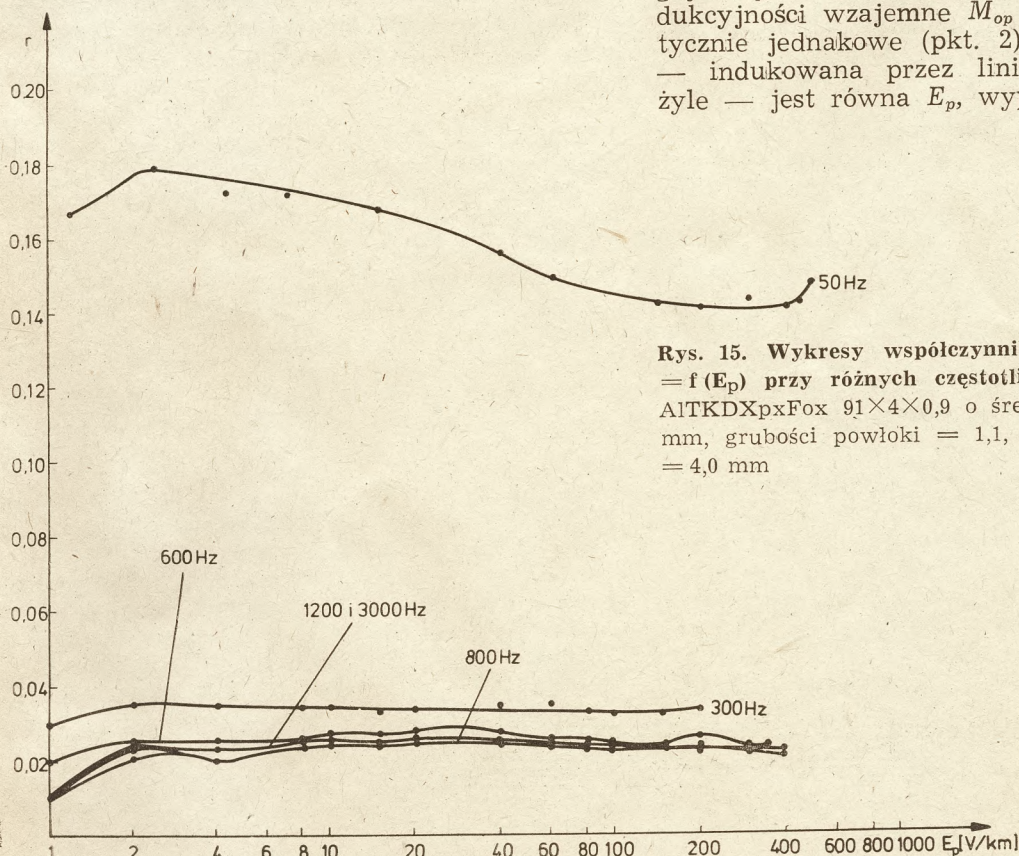
Prąd powłoki I_p w obrębie sekcji zbliżenia, zgodnie z rysunkiem 17, będzie równy:

$$I_p = \frac{E_p l}{Z_1 + Z_{U1} + Z_{U2}} = \frac{E_p}{Z_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})} \quad (14)$$

a SEM, indukowana w żyłę przez pole magnetyczne tego prądu, wyniesie:

$$E_{pz} = - E_p \frac{j\omega L_p}{Z_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})} \quad (15)$$

gdź $M_{pz} = L_p$. Biorąc pod uwagę fakt, że indukcyjności wzajemne M_{op} oraz M_{oz} są praktycznie jednakowe (pkt. 2), a więc SEM E_{oz} — indukowana przez linię silnoprádową w żyłę — jest równa E_p , wypadkową SEM, po-



Rys. 15. Wykresy współczynnika redukcyjnego $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla AlTKDXpxFox 91×4×0,9 o średnicy ośrodka = 41,0 mm, grubości powłoki = 1,1, średnicy drutu Fe = 4,0 mm

jawiającą się w żyle, można przedstawić w postaci

$$E_z = E_{oz} + E_{pz} = E_p \left(1 - \frac{j\omega L_p}{Z_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})} \right) \quad (16)$$

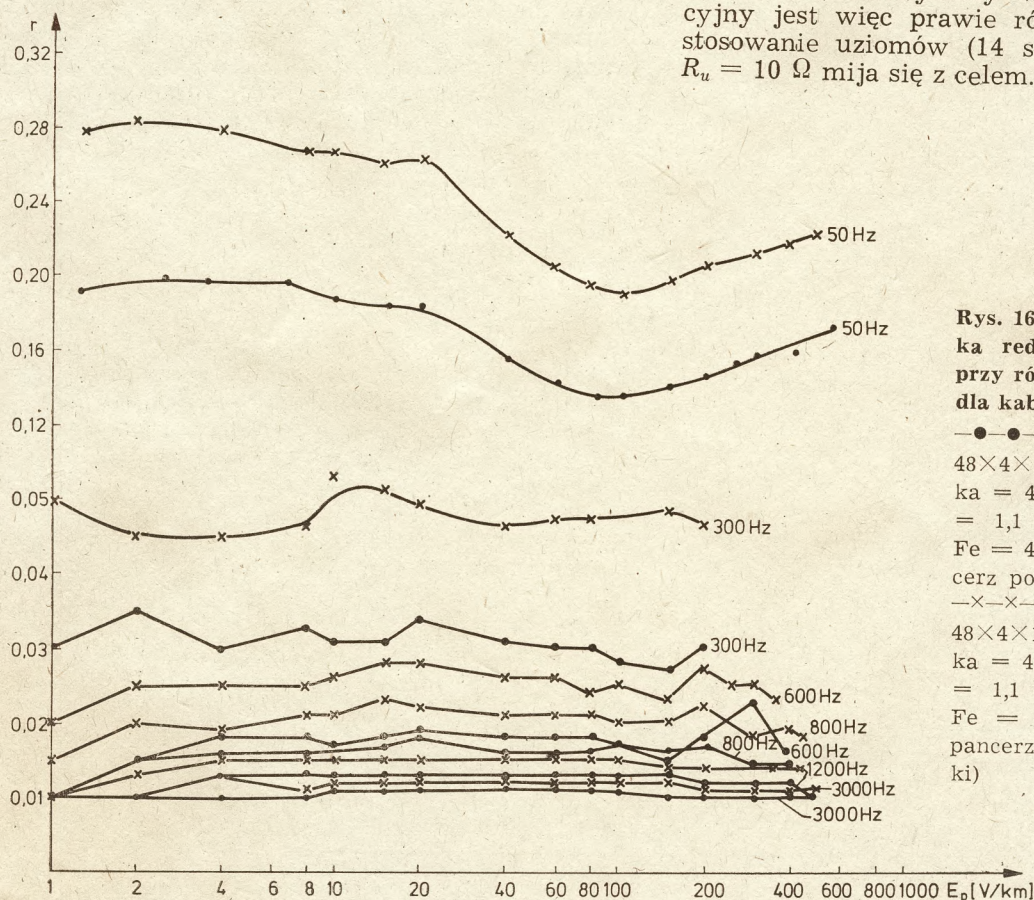
Zgodnie z ostatnią zależnością i definicją (1), rzeczywisty współczynnik redukcji r , w warunkach eksploatacyjnych — przy uziemieniu końców sekcji zbliżenia przez impedancje Z_{U1} oraz Z_{U2} — będzie określony związkiem:

$$r_r = 1 - \frac{j\omega L_p}{Z_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})} = \quad (17)$$

$$= \frac{R_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})}{Z_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})}$$

Jeżeli kabel jest idealnie uziemiony ($Z_{U1} = Z_{U2} = 0$), to $r_r = r$, a na podstawie wyrażenia (17)

$$1 - r = \frac{j\omega L_p}{Z_p} \quad (18)$$



Rys. 16 Wykresy współczynnika redukcji $r = f(E_p)$ przy różnych częstotliwościach dla kabla

—●— a — AITKDXpxFox 48×4×1,2 o średnicy ośrodka = 40,0 mm, grubości powł. = 1,1 mm, średnicy drutów Fe = 4,0 mm (powłoka i pancerz połączone są ze sobą)
—x— b — AITKDXpxFox 48×4×1,2 o średnicy ośrodka = 40,0 mm, grubości powł. = 1,1 mm, średnicy drutów Fe = 4,0 mm (pomiar, gdy pancerz odłączony od powłoki)

Dzieląc stronami wartość $(1 - r)$ przez wyznaczoną ze związku (17) wartość $(1 - r_r)$, otrzymuje się po przekształceniu relację pomiędzy rzeczywistym i idealnym współczynnikiem redukcyjnym

$$r_r = 1 - (1 - r) \frac{Z_p}{Z_p + \frac{1}{l}(Z_{U1} + Z_{U2})} \quad (19)$$

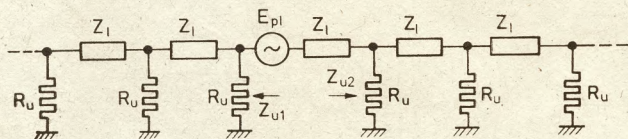
Przytoczone zależności ilustruje poniższy przykład. Linia kablowa o długości 5,5 km jest zbudowana z 13 odcinków fabrykacyjnych o długości $l = 0,425$ km kabla nie opancerzonego AITKDXpx 28×4×1,2 w powłoce aluminiowej o rezystancji jednostkowej $R_p = 0,29 \Omega/\text{km}$. W każdym złączu i na końcach linii jest uziemiona ($R_u = 10 \Omega$), a środkowy odcinek fabrykacyjny jest sekcją zbliżenia. Indukcyjność jednostkowa toru współziemnego jest równa $L_p = 2$ mH/km, a częstotliwość pracy linii silnoprądowej $f = 50$ Hz. Należy obliczyć moduł rzeczywistego współczynnika redukcyjnego.

Zgodnie ze wzorem (12) $Z_1 = 0,123 + j 0,267 \Omega$, wobec czego wypadkowa impedancja uziomów ze związku (13) będzie równa $Z_{U1} = Z_{U2} = 1,690 + j 0,446 \Omega$. Podstawienie tych danych do wzoru (17) daje moduł rzeczywistego współczynnika redukcyjnego r_r równy 0,980, podczas gdy moduł idealnego współczynnika redukcyjnego wynosi 0,419. Przy częstotliwości 50 Hz, rzeczywisty współczynnik redukcji jest więc prawie równy jednocy, czyli stosowanie uziomów (14 sztuk!) o rezystancji $R_u = 10 \Omega$ mija się z celem.

Podsumowanie i wnioski z przeprowadzonych pomiarów

1) Kable miejscowe typu XTKMX — o powłokach polietylenowych z zaporą przeciwwilgociową, która pełni rolę ekranu oraz typy FfTKMXx — o powłokach stalowych spawanych wykazują brak działania ekranującego przy częstotliwości 50 Hz i słabe działanie ekranujące przy częstotliwościach akustycznych. Oznacza to, że pojawiające się w torach niesymetrycznych żyła — powłoka (ekran) takich kabli, napięcia indukowane przez zewnętrzne źródła zakłóceń (linie energetyczne lub trakcyjne) są tego samego rzędu, co napięcie wzdłużne indukowane w powłoce lub w ekranie.

Badania rozkładów statystycznych tłumienności przeniku (przy 1 kHz) między torami niesymetrycznymi żyła — powłoka (ekran) oraz torami transmisyjnymi symetrycznymi wykazują, że przy długości kabla równej 1 km dla 12% torów tłumienności te są mniejsze od 70 dB, a dla 0,3% torów — mniejsze od 60 dB. Przy wartościach tego rzędu tłumienności przenikowych i wartościach napięć wzdłużnych powłoki rzędu kilku woltów na kilometr, należy oczekiwać w części torów transmisyjnych napięć zakłócających rzędu kilku miliwoltów w linii o długości 1 km, co znacznie przekracza dopuszczalne normy.



Przytoczone dane pozwalają wnioskować, że długość linii kablowych, wykonywanych z kabli miejscowych i układanych wzdłuż tras kolejowych zelektryfikowanych, nie powinna przekraczać paru (2—3) kilometrów bez dodatkowych środków ochrony przeciwzakłóceńowej (np. bez symetryzacji względem ziemi torów gotowej linii). Zakres stosowania takich środków ochrony przeciwzakłóceńowej, jak np. symetryzacja, jest ograniczony ze względu na dużą awaryjność linii i konieczność korekt symetryzacji po każdej awarii.

Zastosowanie w kablach typu FfTKMXx dodatkowego ekranu ośrodka z taśm miedzianych lub aluminium znacznie zmniejsza wartość współczynnika redukcyjnego przy częstotliwościach akustycznych, dzięki czemu kable tego rodzaju nadają się do budowy linii kablowych o średnich długościach rzędu kilku kilometrów.

2) Kable dalekosieczne, nie opancerzone, o powłokach aluminium, typu ALTKDXpx odznaczają się kilkakrotnie mniejszymi wartościami współczynnika redukcyjnego w stosunku do kabli miejscowych typu XTKMX lub FfTKMXx o zbliżonych średnicach, a ponadto wykazują przeciętnie o 6 dB większe wartości tłumienności przeniku między torami niesymetrycznymi żyła — powłoka oraz torami transmisyjnymi symetrycznymi. Z tych względów kable te mogą być z powodzeniem stosowane do budowy linii kablowych o średnich długościach przy zelektryfikowanych trasach kolejowych, bez obawy przekroczenia dopuszczalnego poziomu zakłóceń w torach transmisyjnych.

3) Kable dalekosieczne, o powłokach aluminium, opancerzone taśmami stalowymi, typu ALTKDXpxFtx są równorzędne kablom nie opancerzonym z punktu widzenia przeniku między torami transmisyjnymi oraz torami niesymetrycznymi żyła — powłoka. Osiągalne w tych kablach wartości współczynnika redukcyjnego mogą być znacznie mniejsze niż w kablach nie opancerzonych, co stwarza możliwość budowy z takich kabli — opancerzonych taśmami stalowymi — linii dalekosiecznych, całkowicie odpornych na zakłócenia, które mogą być układane wzdłuż tras kolejowych zelektryfikowanych.

Rys. 17. Schemat zastępczy linii kablowej z uziomami

4) Kable dalekosieczne, o powłokach aluminium, opancerzone drutami stalowymi, typu ALTKDXpxFox są z punktu widzenia właściwości przenikowych równorzędne kablom nie opancerzonym, a pod względem wartości współczynnika redukcyjnego — nieznacznie lepsze od kabli nie opancerzonych, i ich stosowanie w liniach kablowych może być podyktowane wyłącznie dużymi wymaganiami wytrzymałościowymi, występującymi na przykład w terenach zagrożonych ruchami gruntu, w przejściach rzecznych itp.

5) Przytoczone w punkcie 5 rozważania dowodzą, że warunkiem uzyskania rzeczywistego współczynnika redukcyjnego w gotowej linii kablowej, o wartości zbliżonej do idealnego współczynnika redukcyjnego kabla, jest zastosowanie dużej liczby uziomów (praktycznie w każdym złączu) o bardzo małej rezystancji (nie większej od kilku Ω).

Próbnik kabli

W artykule opisano, opracowany przez autora i sprawdzony eksploatacyjnie, przyrząd do kontroli instalacji radiotelefonów typu FM-3006 i FM-3206, które są zainstalowane w różnych środkach trakcyjnych PKP. Urządzenie to w istotny sposób usprawnia pracę monterów naprawiających i konserwujących radiotelefony oraz przyczynia się do zapewnienia ciągłej pracy tym radiotelefonom.

We wszystkich sieciach radiotelefonicznych PKP docelowym radiotelefonem, który będzie stosowany w środkach trakcyjnych, będzie radiotelefon typu FM-3006. W związku z tym, już obecnie we wszystkich elektrowozach i lokomotywach spalinowych jest wykonywana jednolita, odpowiednio przystosowana do każdego rodzaju środka trakcyjnego, instalacja radiotelefoniczna.

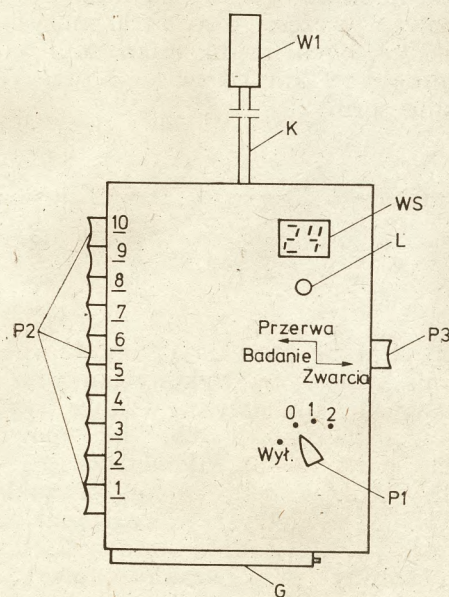
Unifikacja sprzętu i wprowadzenie jednolitej instalacji ułatwia w znacznym stopniu jego konserwację i pozwala na utrzymanie sieci radiowej w stanie ciągłej pracy. Podzespoły wchodzące w skład zestawu radiotelefonicznego można w przypadku uszkodzenia natychmiast wymienić na sprawne, podzespoły uszkodzone zaś naprawiać dopiero w wyspecjalizowanych warsztatach. Natomiast niemożliwe jest szybkie wykrywanie usterek zaistniałych w samych instalacjach radiotelefonicznych. Wykrycie zwarcia lub przerw w 25-żyłowej instalacji wymaga znacznego upływu czasu, a stosowanie tradycyjnego sposobu, przez pomiar oporności międzyżyłowej omomierzem, wymaga ponadto pracy równoczesnej dwóch monterów.

Naprawy i przeglądy radiotelefonów, szczególnie w sieciach pociągowych, są przeprowadzane w ciągu całej doby na punktach kontroli PC w czasie krótkotrwałych przeglądów taboru lub nawet w czasie podmiiany załóg obsługujących dany środek trakcyjny. W związku z tym, czas na wykrycie i usunięcie zaistniałej usterki w instalacji jest bardzo ograniczony, a nawet niekiedy tak krótki, że uniemożliwia wykrycie przerw nawet jednej żyły. Takie uszkodzenie stanowiące w instalacji radiotelefonicznej najprostszą usterkę, pozbawia obsługę danej lokomotywy możliwości korzystania z radiotelefonu, co wpływa na zmniejszenie bezpieczeństwa ruchu.

W celu umożliwienia szybkiego wykrywania usterek w instalacjach oraz identyfikowania uszkodzonych żył w badanym kablu, został przez autora opracowany przyrząd pod nazwą „próbnik kabli”. Pozwala on jednemu monterowi szybko wykrywać „przerwy” oraz zwarcia poszczególnych żył względem siebie w badanym kablu. Podstawowym celem przy opracowaniu tego przyrządu była tylko chęć uwzględnienia potrzeby stwierdzania przerw

lub zwarcia w badanej instalacji, a niebadanie wysokoomowe stanu technicznego kabla. Całkowite przerwy i zwarcia stanowią większość usterek występujących w instalacjach radiotelefonicznych.

Wygląd zewnętrzny próbnika kabli przedstawia rysunek 1. Przyrząd ten jest wykonany w obudowie metalowej pokrytej lakierem. Na płycie czołowej jest umieszczone okienko dwucyfrowego wskaźnika — WS, a poniżej niego — dioda świecąca L. Ponadto na płycie czołowej znajduje się czteropozycyjny przełącznik P1, spełniający w pozycji „Wyt” funkcję wyłącznika zasilania. Na prawej bocznej ścianie przyrządu jest umieszczony przełącznik P3 rodzaju pracy „przerwa — zwarcie”, zaś na lewej bocznej ścianie — przełącznik uzależniony P2 10-przyciskowy, służący do wybierania żądanej żyły do badania.



Rys. 1. Wygląd zewnętrzny próbnika kabli

G — gniazdo podłączenia zasilacza 315.20, P1 — wyłącznik zasilania i przełącznik wejść „dziesiątki” badanych żył, P2 — przełącznik wejść „jednostki” (badanych żył), P3 — przełącznik pracy „przerwa-zwarcie”, WS — dwucyfrowy wskaźnik, K — kabel YTTY 21×0,2 mm² + 5×0,5 mm², W1 — wtyk 3066-6000, L — wskaźnik świetlny

Z górnej ścianki przyrządu jest wyprowadzony kabel (YTTY 21×0,2 mm² + 5×0,5 mm²) zakończony wtykiem W (3066—6000), służącym do podłączenia przyrządu do badanego kabla. Dodatkowym wyposażeniem próbnika kabli jest zwieracz stanowiący wtyk W2, którego wszystkie końki są zwarte i zakończone przewodem zerującym.

Do zasilania przyrządu służy akumulator typu 315.20 stosowany powszechnie do zasilania radiotelefonów typu FM-315 i FM-3106. Jest on podłączony do przyrządu przez gniazdo G. Pomimo konieczności redukcji napięcia z 12 V do 5 V i wynikającego z tego nieekonomicznego wykorzystania tego zasilacza, zastosowanie tego typu źródła napięcia uznano za celowe ze względu na jego powszechne występowanie we wszystkich jednostkach naprawczych i konserwujących urządzenia radiofoniczne.

Schemat blokowy próbnika kabli przedstawiony jest na rysunku 2. Próbnik składa się z następujących podzespołów:

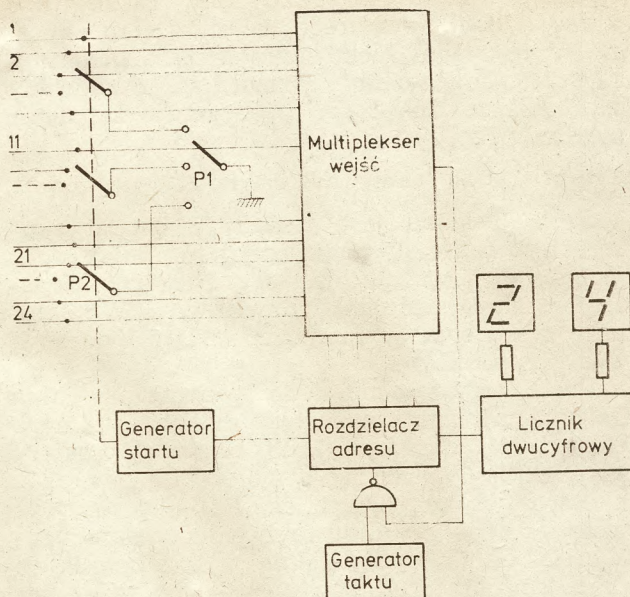
- przełącznika wejść P1, P2,
- multiplexera wejść,
- generatora taktu,
- rozdzielacza adresu,
- generatora startu,
- licznika ze wskaźnikami dwucyfrowym,
- stabilizatora — reduktora napięcia.

Generator taktu pracuje z częstotliwością ok. 4 Hz i napędza rozdzielacz adresu wejść multiplexera, w równoległym (z jednotaktowym wyprzedzeniem) — dziesiętny licznik dwucyfrowy. Przyciśnięcie któregośkolwiek z przycisków przełącznika P2 powoduje wytworzenie impulsu startu otwierającego wejścia: na rozdzielacz adresu i na licznik. Układ pracuje, dopóki na wyjściu multiplexera nie pojawi się sygnał blokujący generator taktu. Badając przerwę w żyłach kabla sygnał ten odpowiada jedynie logicznej (rys. 3), a badając zwarcie — zeru logicznemu (rys. 4).

Schemat ideowy próbnika kabli jest przedstawiony na rysunku 5. Cały układ elektroniczny jest zasilany napięciem $+5\text{ V}$ z zasilacza akumulatorowego $+12\text{ V}$ przez reduktor-stabilizator, zbudowany na tranzystorach T1, T2. Układ przeglądania żył jest zbudowany na dwu multiplexerach US1 i US2 (UCY74150, UCY74151). Są to multiplexery:

- 16-wejściowy UCY74150,
- 8-wejściowy UCY74151.

Przy wykorzystaniu wejść strobojących, pozwalają one na przeglądanie w sumie układu 24-wejściowego.

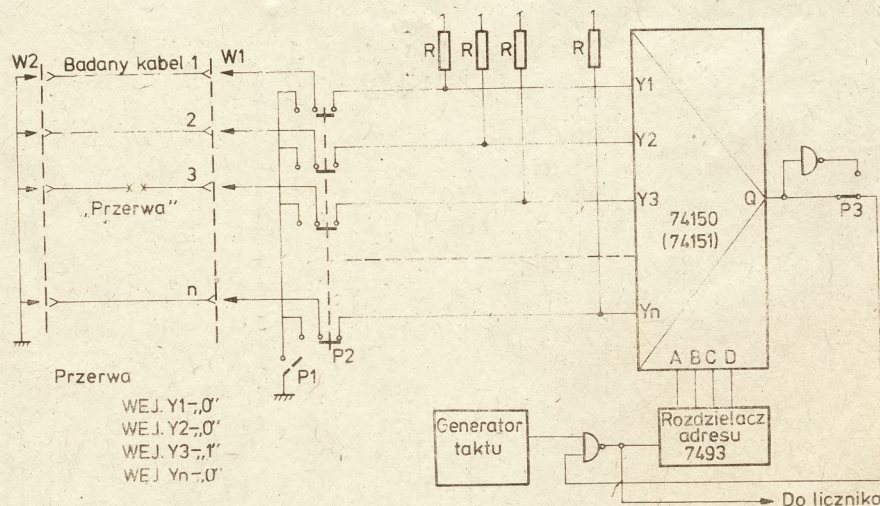


Rys. 2. Schemat blokowy próbnika kabli

Generator taktu jest zbudowany na dwóch bramkach układu scalonego US7 i pracuje z częstotliwością około 4 Hz. Sygnał generatora po przejściu przez bramki US7-3 i US7-4 jest podawany bezpośrednio na licznik dwucyfrowy i po jednotaktowym opóźnieniu w — US4

— na czterobitowy rozdzielacz adresu. W celu wytworzenia 5 bitu, koniecznego do multiplexowania wejść od 17 do 24, zastosowano przerzutnik typu JK z drugiej połowy US4.

Układ scalony US8 (modulo 1) przekazuje logiczny stan na bramkę US7-3. Układ US7-3, — będący jednostabilnym przerzutnikiem, podającym jednocześnie wybraną żyłę do badania — wysyła impulsy zerujące w momencie przełączania przycisku P2. Od tej chwili licznik otrzymuje impulsy, które zaczyna zliczać. Jednocześnie z jednotaktowym opóźnieniem następuje przeglądanie stanów wejść żył na multiplexerach, rozpoczynając zawsze ten cykl od żyły nr 1. W celu ograniczenia analizy i



Rys. 3. Sprawdzanie badanego kabla na „rozzwarcie” żył

wskazań licznika do liczby 24,, zastosowano układ US6-4, na którego wejściu „zero logiczne” daje sygnał blokowania wyjścia generatora taktu. Jednocześnie wzmacniacz zbudowany na tranzystorach T3, T4 powoduje zapalenie się diody L.

Uruchamianie i sprawdzanie przyrządu

Próbnik kabla jest zasilany z baterii akumulatorów 315.20 podłączonej do gniazda G. Włączenie przyrządu jest sygnalizowane zapaleniem się wskaźnika dwucyfrowego WS, którego wskazania w momencie włączania mogą być przypadkowe.

Przed przystąpieniem do sprawdzania kabla należy najpierw sprawdzić działanie samego przyrządu („na siebie”). W tym celu należy przełącznik P3 wcisnąć w położenie „zwarcie”, a dowolnym przełącznikiem P2 — przez jego wciśnięcie — wyzerować i jednocześnie uruchomić układ przeglądania żył. Prawidłowo pracujący przyrząd powinien — po zakończeniu cyklu przeglądania — wskazywać na wskaźniku dwucyfrowym WS liczbę 24. Jednocześnie powinna zapalić się dioda świecąca L.

Sprawdzanie przerw w żyłach badanego kabla

Przed przystąpieniem do sprawdzania żył należy na jednym końcu badanego kabla założyć wtyk zwierający W2. Na drugim końcu badanego kabla należy podłączyć próbnik kabli.

Uwaga. Wtedy, gdy gniazdo badanego kabla nie jest połączone galwanicznie z masą elektrowozu (pojazdu trakcyjnego), przewód uziemiaczy należy podłączyć do jakiegokolwiek punktu konstrukcji metalowej tego elektrowozu.

Przycisk P3 „przerwa — zwarcie” należy ustawić w położeniu „przerwa”, a następnie którymkolwiek z przycisków P2 wyzerować przyrząd, który zacznie natychmiast samoczynnie analizować stan żył kabla. Jeżeli licznik zatrzyma się na liczbie 24 i dioda świecąca L zapali się, będzie to oznaczało, że nie ma przerwy w żadnej z żył badanego kabla. Zatrzymanie się licznika WS na liczbie różnej od 24 i 00 jest równoznaczne ze wskazaniem numeru uszkodzonej żyły.

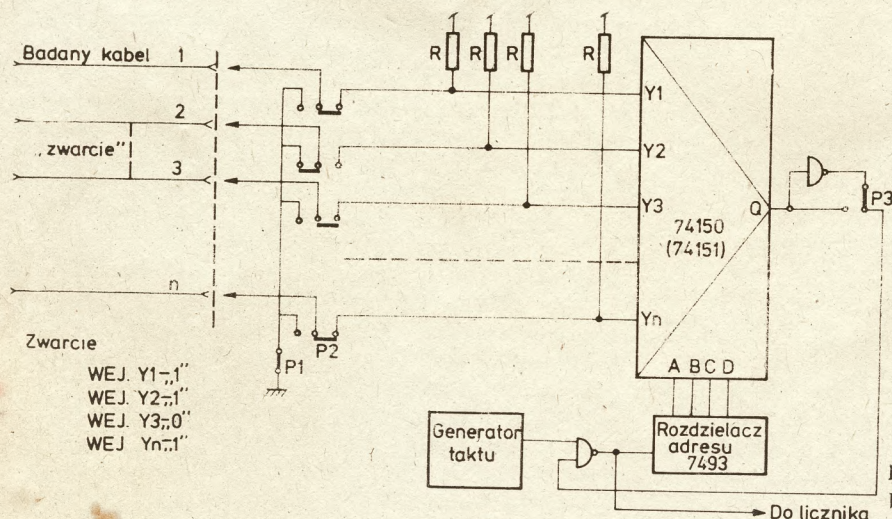
Uwaga. W dotychczas wykorzystywanych instalacjach radiotelefonicznych w elektrowozach wykorzystuje się kable połączeniowe zakończone gniazdami 25-kontaktowymi, jednakże wykorzystywanych jest tylko 21 żył, pozostałe 4 żyły nie są podłączone do odpowiednich kontaktów w gniazdach. W związku z tym, przy badaniu przerw w żyłach kabla w elektrowozie, licznik zatrzyma się na liczbie 22, gdy wszystkie podłączone żyły (21) są sprawne.

Sprawdzanie zwarcia między żyłami w badanym kablu

W celu sprawdzenia żył w kablu na „zwarcie”, do jednego końca badanego kabla należy podłączyć próbnik kabli, natomiast drugi koniec badanego kabla powinien być otwarty. Przycisk P3 „przerwa — zwarcie” należy ustawić w pozycji „zwarcie”, zaś wielopozycyjny przełącznik P1 ustawić w pozycji „0”, a następnie rozpocząć badanie poszczególnych żył przez kolejne przyciskanie przycisków P2. Przyciśnięcie następnego przycisku powinno następować po pełnym zakończeniu cyklu badania, tzn. po zapaleniu się diody L i wyświetleniu liczby 24. Zatrzymanie się wskaźnika WS na liczbie różnej od 24 i 00 jest równoznaczne ze wskazaniem stanu zwarcia żyły wybranej do badania przełącznikami P1, P2 z żyłą, której numer pokazuje wskaźnik cyfrowy.

Przykładowo, chcąc sprawdzić żyłę nr 17 ustawiamy przełącznik P1 w pozycji 1, a przełącznik P2 w pozycji 7. Wskaźnik WS zatrzymał się na liczbie nr 19. Oznacza to, że 17 żyła jest zwarta z żyłą nr 19 badanego kabla. W celu upewnienia się co do prawidłowości wskazań przyrządu, przełącznikami P1, P2 wybieramy żyłę nr 19. Wówczas licznik powinien zatrzymać się na cyfrze 17 (nr żyły poprzednio badanej).

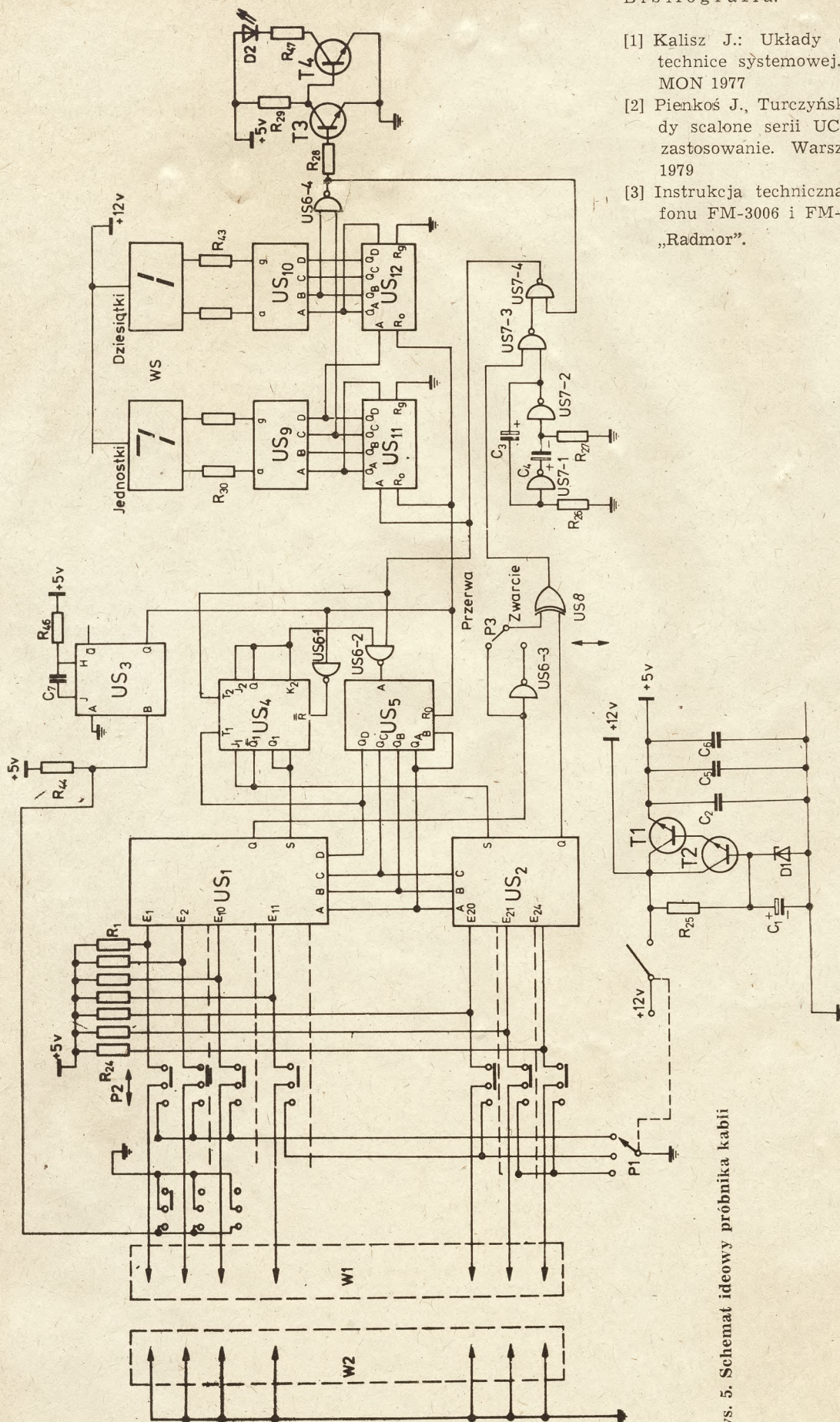
Próbnik kabli został opracowany na układach scalonych produkcji krajowej i zbudowany na podstawie techniki obwodów drukowanych na jednej płycie obwodu drukowanego. Układ nie wymaga w czasie pracy żadnej regulacji ani strojenia.



Rys. 4. Sprawdzanie badanego kabla na „zwarcie” żył

Bibliografia:

- [1] Kalisz J.: Układy cyfrowe w technice systemowej. Warszawa MON 1977
- [2] Pienkoś J., Turczyński J.: Układy scalone serii UCY74... i ich zastosowanie. Warszawa WKŁ 1979
- [3] Instrukcja techniczna radiotelefonu FM-3006 i FM-3206 — ZR „Radmor”.



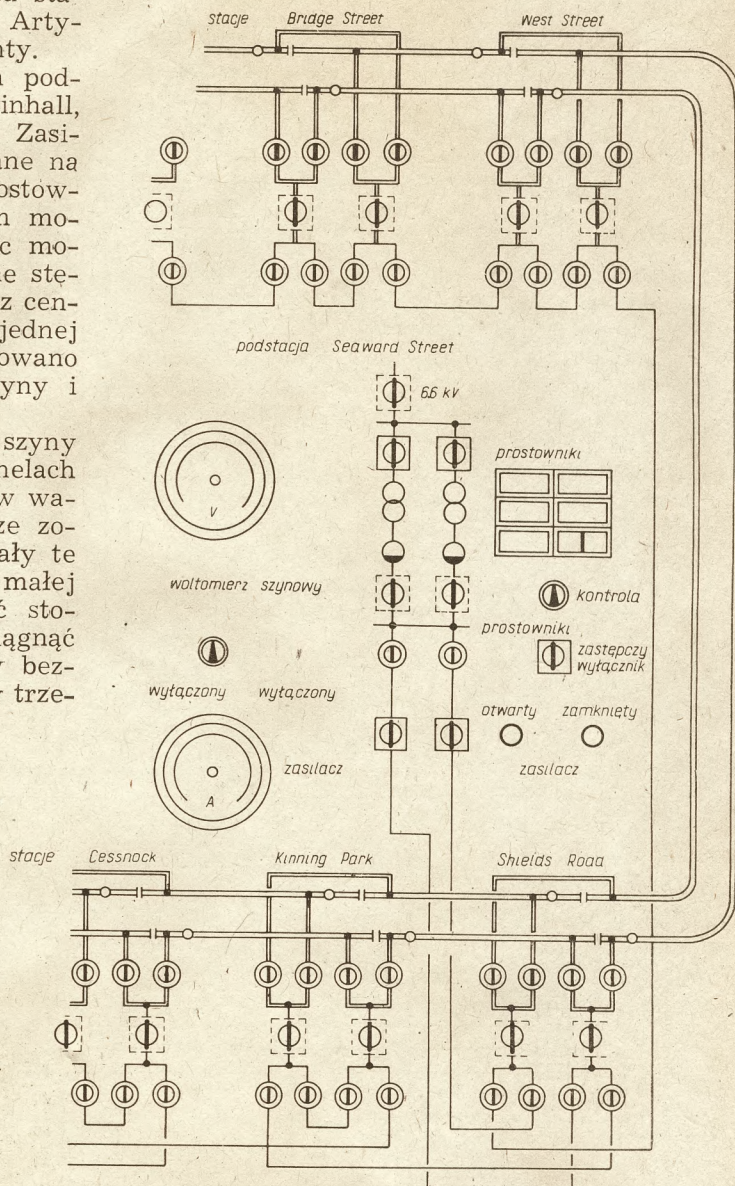
Rys. 5. Schemat ideowy próbnika kabli

Instalacje elektryczne metra w Glasgow

System elektryczny Nowego Metra w Glasgow obejmuje tradycyjne systemy prądu stałego i miniaturowe układy elektryczne. Artykuł^{*)} opisuje krótko wszystkie te elementy.

Zasilanie jest doprowadzone z trzech podstacji w pobliżu miejscowości Kelvinhall, Corrcaddens i z Shields Road Stations. Zasilanie prądem zmiennym jest przetwarzane na prąd stały 600 V przez tradycyjne prostowniki rtęciowe. W związku z programem modernizacji nie prowadzono żadnych prac modernizacyjnych urządzeń, mimo że zdalne sterowanie podstacjami odbywa się obecnie z centrum w wagonowni (rys. 1), a nie z jednej z podstacji (których załogi skompletowano wcześniej). Całe zasilanie z trzeciej szyny i system przewodów zostały odnowione.

Wysokość szyny zasilającej ponad szyny jezdne jest zmienna — od 30 mm w tunelach do ok. 110 mm na niektórych stacjach i w wagonowni. Urządzenia ślizgowe na taborze zostały tak skonstruowane, aby uwzględniały te zmiany wysokości. Przy stosunkowo małej średnicy tuneli trzecia szyna musi być stosunkowo wysoka, aby można było osiągnąć konieczne przerwy elektryczne (względny bezpieczeństwa w wagonowni wymagają, aby trze-



Rys. 1 Część panelu kontrolnego zasilania trakcyjnego

cia szyna była jak najniższa; te same względy — dotyczące pasażerów na stacjach z peronami bocznymi — wymagają obniżenia trzeciej szyny). Stare przerywacze obwodu prądu stałego BT-H, znajdujące się na każdej stacji, zostały odnowione. Zainstalowano kilka nowych przerywaczy obwodu, kontrolujących dopływ mocy w wagonowni.

*) Skrócona wersja wykładu dla Younger Members Section w Institution of Electrical Engineers w Sunderland

- ⊖ przelącznik wybierakowy
- ⊖ odtącznik ręczny
- ⊖ wytącznik ręczny
- ⊖ przelącznik niezgodności wytącznika z centrum
- ⊖ przelącznik oznaczniaka niezgodności 0 N 1
- przycisk
- lampa

Pulpit maszynisty

Urządzenie elektryczne ATO wybiera połączenie par silników (szeregowo lub równolegle) zależne od prędkości pojazdu i wymaganej mocy. W każdym układzie tradycyjne urządzenia kontrolne z wałem krzywkowym, działające na boki oporników, utrzymują odpowiedni poziom prądu. Silniki są przyspieszane do pełnej prędkości przez wyłączenie oporników, najpierw w połączeniu szeregowym, potem równoległym. Prędkość przełączania jest kontrolowana za pomocą obwodu, który zapobiega ruchowi wału krzywkowego, zanim silniki nie osiągną wyższej prędkości, a prąd twornika nie spadnie poniżej wartości zaznaczonej. Zapewniono sterowanie poślizgowe dla porównania szybkości zmian prędkości na czterech silnikach wagonu i przerywania, aż do poprawienia nierównowagi prędkości.

Kierowanie ręczne jest umożliwione przez przesuwającą dźwignię zasilania/hamowania, znajdującą się na pulpicie maszynisty. W urządzeniach zasilania znajdują się trzy pozycje robocze.

W pierwszej — silniki są połączone szeregowo, a wszystkie oporniki są włączone w obwód. Położenie to jest stosowane przy manewrowaniu na terenie wagonowni, gdzie przy znacznych nachyleniach nie będzie wystarczającej siły pociągowej. Oporniki mają długą skalę termiczną, tak więc dźwignia może być utrzymywana w tym położeniu nieskończenie długo.

W drugim położeniu oporniki szeregowo są stopniowo odłączane od obwodu, a pary silników są w dalszym ciągu połączone szeregowo. Prędkość równowagi wynosi ok. 30 km/h i jest uzyskiwana na torze płaskim.

W trzecim położeniu wszystkie oporniki są stopniowo odłączane, a pary silników — połączone równolegle. Pozwala to na uzyskanie prędkości ok. 60 km/h na torze płaskim.

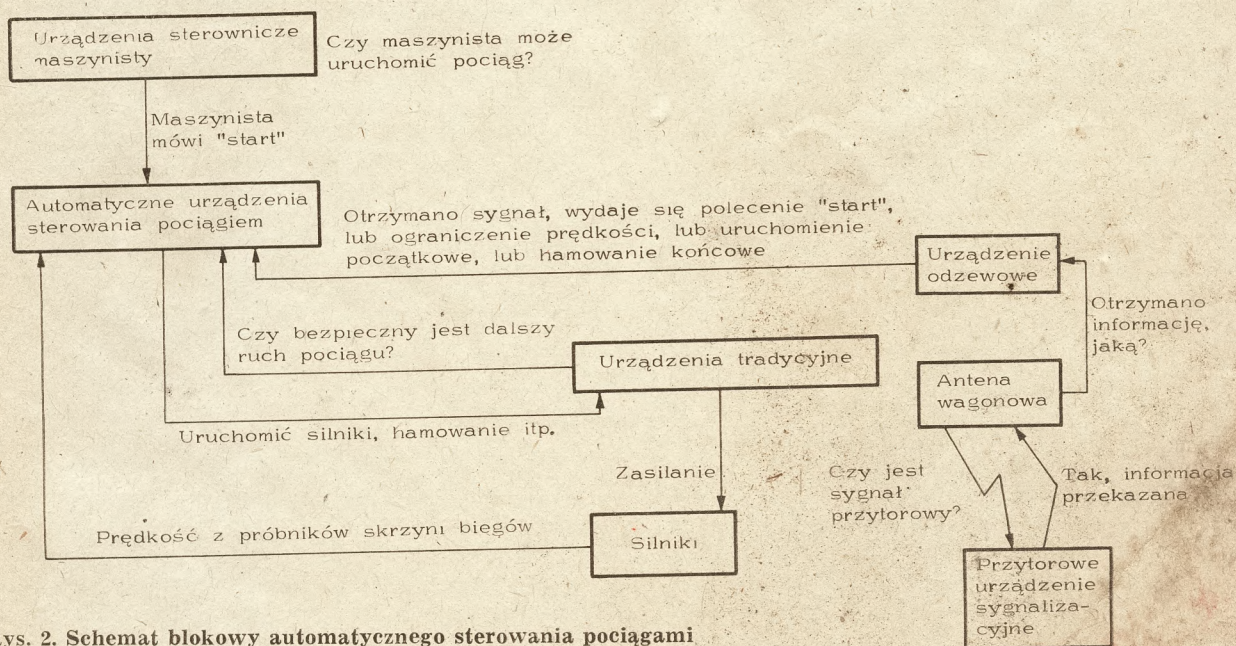
Hamulce wagonowe są uruchamiane, gdy dźwignia zostaje przesunięta przez położenie neutralne, a połączony system dynamiczno-pneumatyczny pozwala uzyskać odpowiednią siłę pociagową. Gdy dźwignia znajduje się w skrajnym położeniu, pełne hamowanie alarmowe jest uruchomione. Wagony wyposażono w elementy wyczuwające obciążenie. Siła hamowania jest przystosowana automatycznie do zmian liczby pasażerów.

Poza tym na pulpicie maszynisty znajduje się główny przełącznik kontrolny, który dobiera sposób kierowania, np. naprzód, kierowanie ręczne, wstecz, ręcznie lub automatycznie. Kierowanie automatyczne może odbywać się naprzód. Dwa przyciski znajdujące się na pulpicie umożliwiają uruchomienie pojazdu przy kierowaniu automatycznym.

Dodatkowe zasilanie na wagonach pochodzi zwykle z akumulatorów ołowiowo-kwasowych 50 V, z wyjątkiem zasilania hamowania dynamicznego, kompresora powietrza i oświetlenia wewnętrznego wagonów, które są czerpane bezpośrednio z generatora. Akumulatory są ładowane również z generatora. Awaryjne oświetlenie fluorescencyjne jest zasilane z falownika i akumulatorów. Sterowanie różnych urządzeń znajdujących się w wagonie znajduje się na pulpicie maszynisty.

Wagony wyposażono w system porozumiewania się, umożliwiający porozumienie się maszynisty z pasażerami lub kontrolera z centrum sterowania z pasażerami za pomocą radiotelefonu VHF.

Przenośny zestaw umożliwia awaryjne porozumienie się maszynisty z centrum sterowania. Na ścianach tuneli na wysokości okna kabiny maszynisty umocowano przewody zapewniające połączenie pociągu z centrum sterowania. W tych odcinkach tunelu połączenie telefoniczne lub zwieranie dwóch przewodów odłącza zasilanie z trzeciej szyny. Każdy wagon ma system sprężonego powietrza obsługujący nie tylko system hamulcowy, ale także



Rys. 2. Schemat blokowy automatycznego sterowania pociągami

pneumatyczne sterowanie trakcyjne i system otwierania oraz zamykania drzwi.

Integralną częścią systemu sygnalizacji bezpieczeństwa na kolei jest samoczynny zawór kurkowy na wózku wagonu. Hamulce torowe zamontowano na podtorzu w pobliżu każdego sygnału. Jeśli sygnał ma zapalone czerwone światło, hamulec torowy jest podniesiony i zawór kurkowy przejeżdżającego pociągu jest uruchamiany. Hamulce bezpieczeństwa automatycznie zaczynają działać i pociąg zostaje zatrzymany zanim wjedzie na odcinek zagrożony.

Automatyczne sterowanie pociągów

System automatycznego sterowania (rys. 2, 3) pociągów obejmuje głównie automatyczne zatrzymanie na stacjach lub przed semaforami. Ma on za zadanie również ponowne uruchomienie pociągu pod semaforem i na stacjach oraz uruchomienie ograniczenia prędkości. Zatrzymanie i ograniczenie prędkości są wykonywane przez te same urządzenia, które otrzymują sygnały kontrolne z przytorowych sygnałów. Sygnały startowe są urządzeniami dwustopniowymi — wyłączone/włączone — zależnie od światła sprzężonego z nimi semafora. Sygnały hamowania i ograniczenia prędkości nie mają połączeń zewnętrznych i są samozasilane przez sygnał wytwarzany przez przejeżdżający pociąg.

Sygnały zamontowane na torze są odbierane przez urządzenia znajdujące się w wagonie za pomocą anteny umieszczonej pod pierwszym wagonem. Wysyłają one następnie sygnał do dalszych urządzeń w pociągu, co powoduje wydanie odpowiedniego polecenia dla urządzeń automatycznego sterowania pociągiem.

Otrzymanie nowego polecenia automatycznie likwiduje polecenie poprzednie. Urządzenia znajdujące się w pociągu mogą przekazywać 10 oddzielnych poleceń z toru do pociągu, m.in.: 3 oddzielne polecenia ograniczenia prędkości, pozwolenie ruszania, sygnał nakazujący poruszanie się z maksymalną prędkością oraz sygnał sprawdzający.

Dwa polecenia hamowania są wydawane bezpośrednio przed stacją przez sygnały znajdujące się 150 m i 37,5 m przed wymaganą pozycją zatrzymania (rys. 4). Sygnały tego samego rodzaju są wysyłane, gdy pociąg ma być zatrzymany pod semaforem. Zwykle pociągi są zatrzymane w odległości ± 1 m od położenia docelowego.

Sygnał sprawdzający zapewnia wysłanie sygnału ograniczenia prędkości. Ponadto sygnały są zdublowane. Pierwszy wysyła impuls, który powoduje zatrzymanie awaryjne, gdy w ciągu 1 sekundy nie następuje po nim odpowiednie polecenie zmniejszenia prędkości. Drugi przekaznik impulsów ma za zadanie wysłanie odpowiedniego impulsu zmniejszenia prędkości. Gdy do urządzeń znajdujących się w pociągu nie dociera jeden z impulsów, lub gdy jest on zakłócony, automatycznie włącza się hamowanie awaryjne.

Ponowne uruchomienie pociągu kierowanego automatycznie wymaga od maszynisty naciśnięcia dwóch przycisków na pulpicie, po czym — gdy zezwolenie na ruch jest wysłane przez sygnał przystacyjny i nie ma polecenia „ograniczenia prędkości” — pociąg rusza ze stacji.

Porozumienie

W naszym metrze działają cztery niezależne systemy komunikacji:

- prywatna centrala telefoniczna dla 200 linii,
- system radiotelefoniczny działający w częstotliwości 77,175/87,175 MHz, który umożliwia porozumiewanie się centrum sterowania z maszynistami i pasażerami oraz maszynistów między sobą,
- system megafonowy na każdej stacji dostępny dla kierownika stacji lub pracowników systemu sterowania,
- system telefonów alarmowych umożliwiający maszyniście porozumiewanie się z centrum sterowania przez nie izolowane linie telefoniczne w tunelach.

Inspektorat kolejowy wymaga, aby rozmowy prowadzone za pomocą systemu radiowego (centrum sterowania — poszczególne pociągi) nie mogły być podsłuchiwane z innego pociągu. Schemat selektywny działa więc na takiej zasadzie, że maszyniści nie mogą porozumiewać się, gdy nie wywoła ich centrum sterowania, chyba że wiadomość jest celowo przekazywana jednocześnie do wszystkich pociągów.

Centrum sterowania jest wyposażone w mikrofon, głośnik i urządzenie kluczowe. Umożliwia ono kontrolerowi selekcję pojazdu. Jeden monitor cyfrowy umożliwia identyfikację pojazdu, z którym nawiązano łączność, gdy więcej niż jeden maszynista usiłuje nawiązać łączność z centrum, drugi monitor rejestruje to (do 9 numerów w kolejności zgłaszania). Gdy maszynista żąda pierwszeństwa — jego numer jest umieszczony na początku listy.

Gdy ma być nawiązane połączenie między centrum a pojazdem, kontroler wybiera pojazd, naciskając odpowiednie przyciski na kluczu, co powoduje wysłanie odpowiednich sygnałów dźwiękowych. Tylko jeden pojazd ma odpowiednio czułe urządzenie reagujące na tę kombinację torów. Przygotowanie do odbioru jest sygnalizowane zapaleniem lampki na pulpicie maszynisty.

Maszynista może wysyłać swój sygnał na zasadzie normalnej lub alarmowej. Identyfikacja odbywa się na podobnej zasadzie.

Sygnalizacja

Tradycyjny system zrk działa na zasadzie „bloków”. Cała trasa i część torów w wagonowni są podzielone na odcinki, z których każdy wyposażony jest w obwód torowy wykrywający obecność pociągu w tym odcinku. System wykrywania pociągów działa w częstotliwości 50 Hz z zastosowaniem obwodów

kierunkowych. Obwód torowy prądu zmiennego wybrano w celu wyeliminowania możliwości powstawania zakłóceń od zasilania prądem stałym. Obwód torowy obejmuje zasilanie i przełącznik, a obwód pomiędzy nimi uzupełniają dwie szyny jezdne. Pociąg znajdujący się na torze zwierza obwód, a gdy wyjeżdża z danego odcinka toru obwód będzie działał i wykazywał, że odcinek jest wolny.

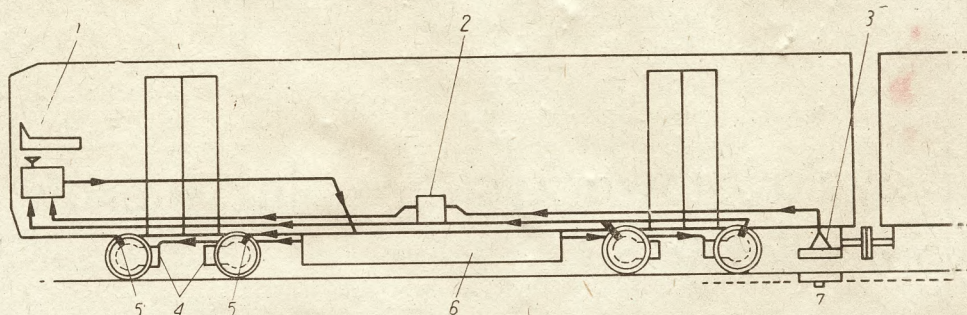
Odcinek torowy jest zwykle przedłużony poza kontrolne wejście sygnalizacyjne do następnej stacji. Tak więc pociąg mijający przystanek na pełnej prędkości może być zatrzymany przed początkiem następnego odcinka.

Uruchomiony przez koło przycisk szynowy włącza „czerwony” sygnał, gdy tylko pociąg wkracza na odcinek „przekroczenia”. Aby pociąg pokonał całą trasę nowego metra w ciągu 22 min, konieczne jest wprowadzenie pięciu sygnałów pośrednich, wewnątrzodcinkowych.

sygnały na skrzyżowaniach są czerwone oraz czy wszystkie rozjazdy znajdują się w odpowiednim położeniu. Jeśli warunki te są spełnione, pociąg może ruszać na trasę.

Monitor ustalania drogi znajduje się w centrum pulpitu kontrolnego, a na każdym boku znajdują się urządzenia alarmowe, informujące o zakłóceniach funkcjonowania urządzeń, kontrolujące system porozumiewania się i przełączające sygnały na światło czerwone. Ponadto wyposażenie obejmuje: telefony wewnętrzne i radiotelefony, system telefonów alarmowych oraz mikrofony połączone z systemem megafonów.

Centrum sterowania ma diagram systemu zasilania, system pokazujący, jakie światło ma semafor oraz wykazujący obecność pociągu w danym odcinku toru, a także system telewizji przemysłowej z dwoma monitorami przekazującymi obraz z każdej kamery. Ruchy taboru, na obszarze nie wyposażonym w system



Rys. 3. Schemat urządzeń automatycznego sterowania pociągu

1 — urządzenie sterownicze maszynisty, 2 — jednostka typu odzewowego, 3 — antena wagonowa, 4 — silniki, 5 — próbniki skrzyni biegów, 6 — urządzenia tradycyjne, 7 — przytorowe urządzenia sygnalizacyjne, sygnał przytorowy

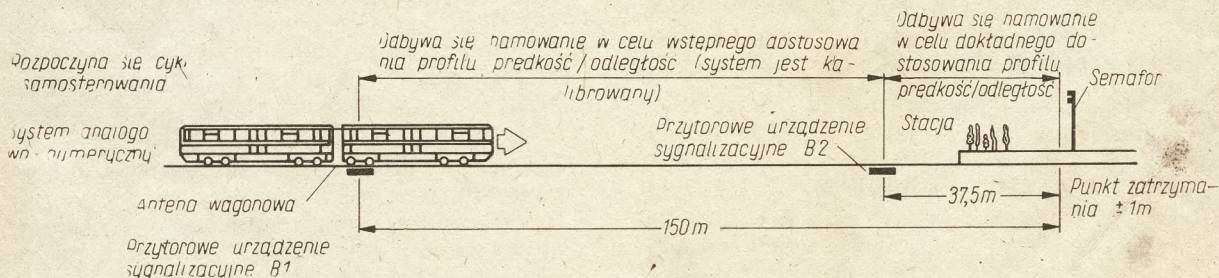
Place do zawracania i rampy sąsiadujące z wagonownią wysyłają pociągi rano i umożliwiają ich powrót na noc do miejsca przeznaczenia lub do zakładów naprawczych. Mogą one ponadto służyć do wprowadzania ograniczonego ruchu poza godzinami szczytu.

Kontroler w centrum sterowania ma diagram całej wagonowni, uwzględniający sąsiednie stacje Govan i Inrox. Na tym obszarze system zrk jest sterowany na zasadzie „ustalania drogi”, tj. kontroler decyduje o trasie przejazdu pociągu, naciska przycisk na pulpicie, uruchamiając sterowanie wjazdu na trasę i sygnał w punkcie przeznaczenia. Przełączniki sprawdzają, czy obwody torowe wykazują nieobecność pociągu i czy wszystkie konieczne

zrk, są sterowane za pomocą radiotelefonu. Kontroler stacji rozrządowej ma diagram, na którym rejestruje pozycję pociągów na powierzchni i w tunelach.

Każdy z 15 bileterów ma ekran umożliwiający nadzór funkcjonowania urządzeń stacyjnych. Kamery CCTV zainstalowano przy ruchomych schodach i na wszystkich peronach. W centrum sterowania pulpit kontrolny CCTV wyposażono w urządzenia cykliczne umożliwiające wyświetlanie obrazu z każdej kamery w cyklach jedno- lub dwuminutowych.

Przekazywanie sygnałów alarmowych lub innych informacji z każdej stacji do centrum odbywa się za pomocą systemu Time Division Multiplex. Dla innych celów zapewniono dodatkowe obwody przewodowe.



Rys. 4. Schemat samosterowania pociągu

Instalacje kablowe

Poza kilkoma niewielkimi przewodami (oświetleniem tuneli, radiotelefonami i niektórymi sygnałami pośrednimi), wszystkie główne przewody zasilania i porozumiewania się znajdują się na obwodzie zewnętrznym.

Przewody telefoniczne i zasilania prądem 600 V są ułożone na wieszakach i okryte mieszaniną PCV oraz włókna szklanego, impregnowanego niepalnym kauczukiem silikonowym. Badania wykazały dużą odporność na ogień i ograniczoną emisję toksycznych dymów z tych materiałów.

Inne, niewielkie przewody, dla różnych urządzeń dodatkowych pokryto nietoksycznym PCV lub kauczukiem etylo-propylenowym, ułożono w stalowych połączeniach i umocowano łącznie z przewodami telewizji CCTV.

Dwie akumulatorowe lokomotywy elektryczne zastosowano do układania kabli. Są one zasilane z akumulatora ołowiowego.

Na dziewięciu bardziej ruchliwych stacjach zainstalowano ruchome schody. Wszystkie mają oddzielny napęd zamontowany na szczycie schodów i silniki znormalizowane — 12 kW dla mniejszych schodów i 21 kW dla większych. Na stacji metra Buchanan Street znajduje się ruchomy chodnik o długości 56 m, przewożący pasażerów ze stacji kolejowej Queen Street.

Na podstawie:

Burdon I. P., BSc: Electrical aspects of the Glasgow Underground. Railway Eng. Int. 1980 vol. 5 nr 6 s. 24—26

Opracowała mgr IZABELLA SZAREK

Z życia Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji

Działalność Zarządu Głównego i Prezydium w drugim półroczu 1980 roku

Zapoczątkowana przez klasę robotniczą odnowa życia społeczno-politycznego kraju i jego gospodarki znalazła pełne poparcie środowiska inżynieryjno-technicznego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji.

W prowadzone już wcześniej prace i dyskusje w naszym środowisku nad formami i stylem działania Stowarzyszenia i Federacji NOT bardzo się zaangażował aktyw Stowarzyszenia, który jest przekonany o potrzebie wykorzystania stworzonej szansy dla zweryfikowania dotychczasowego statusu organizacji.

Szczególne ożywienie działalności dotyczy spraw wewnątrzorganizacyjnych oraz Federacji NOT, a także miejsca SITK w strukturze społeczno-gospodarczej kraju.

Uwzględniając wypracowane w II półroczu 1980 r. wnioski i postulaty, Zarząd Główny zatwierdził opracowane wytyczne w sprawie zasad i trybu przeprowadzania kampanii sprawozdawczo-wyborczej SITK, a Prezydium ZG SITK opracowało i przekazało do powszechnej konsultacji projekt regulaminu prowadzenia obrad ZZD wraz z ordynacją wyborczą.

Wytyczne te — poza ustaleniami organizacyjnymi — zawierają cały zestaw problemów — też, które podnoszone w dotychczasowej dyskusji nie znalazły jeszcze ostatecznego rozwiązania. Jedną z podstawowych kwestii jest poszukiwanie rozwiązań organizacyjno-formalnych, gwarantujących organizacji właściwy status w odnowionej strukturze społeczno-gospodarczej kraju, a także działań zmierzających do pogłębienia demokratyzacji życia wewnątrzstowarzyszeniowego.

Z innych ważniejszych spraw, jakie w omawianym materiale zostały zasygnalizowane, na podkreślenie zasługują: etyka zawodowa kadry inżynieryjno-technicznej, specjalizacja zawodowa, status technika w gospodarce narodowej, rozwój systemu kształcenia i doskonalenia kadr technicznych, wypracowanie form i zasad współdziałania z ruchem związkowym.

Dodając do tych zagadnień pakiet spraw związanych z potrzebą wypracowania nowych form działania organizacyjnego i merytorycznego, można stwierdzić, że wytyczne zawierają wszystko co obecnie jest najważniejsze dla SITK.

W wytycznych dotyczących ustaleń organizacyjnych do przeprowadzenia kampanii sprawozdawczo-wyborczej, jak również w projekcie „Regulaminu prowadzenia obrad ZZD”, którego integralną częścią jest ordynacja wyborcza, zaproponowano wszystkie zasady zgłaszane w toku dotychczasowej dyskusji jako gwarancje demokratyzacji życia wewnątrzstowarzyszeniowego.

Obecnie obowiązujący statut SITK nie stwarza żadnych przeszkód w ich realizacji. Działając w tym duchu nie określono w wytycznych szczegółów dotyczących trybu przeprowadzenia wyborów zarówno do władz oddziałów SITK, jak delegatów na ZZD, pozostawiając tę sprawę do swobodnego uznania środowisk regionalnych.

Zarząd Główny określił jedynie niektóre organizacyjne zasady przeprowadzania kampanii sprawozdawczo-wyborczej na szczeblu zarządów oddziałów.

W ostatnim okresie Zarząd Główny zajął się konkretnymi sprawami, co do których przyjął jednoznaczne stanowisko. Zweryfikowano tzw. raport o stanie techniki w transporcie. Materiał ten NOT przekazała do wykorzystania Komisji Partyjno-Rządowej, powołanej do opracowania projektu nowego modelu gospodarczego kraju, Komisji Planowania oraz kierownikom resortu komunikacji i agtioś.

Rozpatrzono wiele postulatów zgłoszonych przez środowisko SITK, niektóre z nich dotyczące działania Federacji NOT, wskazujące na potrzebę zmiany statusu i zasad działania Komitetu NT-NOT ds. Transportu, zmniejszenia administracji NOT i zmiany metod jej pracy, poprawy obsługi administracyjnej oraz warunków lokalowych OW SNT — przedstawiono Radzie Głównej NOT.

Pozostałe wnioski i postulaty, dotyczące m.in. ordynacji wyborczej i propozycji zmian statutu SITK, zostały wykorzystane przez Komisję Statutową oraz powołaną w grudniu 1980 r. Komisję Organizacyjną.

W II półroczu 1980 r. Prezydium Zarządu Głównego odbyło, zgodnie z planem, 9 posiedzeń, poświęconych w głównej mierze realizacji omówionych wyżej ustaleń Zarządu Głównego.

W bieżących pracach Prezydium ZG SITK przeprowadziło analizę uchwały RM nr 118 w sprawie tzw. małej reformy gospodarczej.

W związku z istniejącymi wątpliwościami dotyczącymi możliwości jej pełnej realizacji w przedsiębiorstwach resortu komunikacji. Prezydium ZG zwróciło się z prośbą do wszystkich komórek organizacyjnych SITK o zainicjowanie dyskusji na ten temat i przekazanie ewentualnych uwag, które zostaną wykorzystane do sprecyzowanego stanowiska Stowarzyszenia w tej sprawie.

Prezydium przeprowadziło także analizę i zatwierdziło plany konferencji i kursokon-

ferencji na 1981 r., które zostaną zorganizowane przez Sekcje i Komisje Główne ZG SITK; zweryfikowało plan finansowy ZG SITK na 1980 r.; weryfikacja ta uwzględniła trudności obiektywne w realizacji niektórych pozycji, szczególnie konferencji i kursokonferencji, przyjęło na członków zbiorowych SITK dalszych 6 przedsiębiorstw; akceptowało 10 wniosków o nadanie honorowej odznaki NOT i przyznano 30 odznak honorowych SITK oraz 27 tytułów „Zasłużony Senior SITK”, na wniosek Głównej Komisji Kwalifikacyjnej ZG SITK nadało uprawnienia rzeczoznawcy SITK 12 kolegom.

Działalność rzeczowa ZG SITK

W II półroczu 1980 r. zorganizowano 2 kursy szkoleniowe z zakresu diagnostyki samochodowej, na których przeszkolono 42 osoby. W II półroczu 1980 r. odbyły się następujące konferencje i kursokonferencje: „XXIV Techniczne Dni Drogowe”, Rzeszów, 16—17 X 1980 r. Z przyczyn obiektywnych konferencję zorganizowano przy znacznie zmniejszonej liczbie uczestników (65 osób).

Konferencja — oprócz uchwały związanej z omawianą tematyką, tj. poprawą warunków ruchu na podstawowej sieci dróg państwowych — podjęła uchwałę zawierającą protest przeciwko zamierzonej próbie reorganizacji drogownictwa. Prezydium ZG przedstawiło treść uchwały do wiadomości i wykorzystania przewodniczącemu Komisji Planowania oraz prezesowi NOT;

„Utrzymanie i wzmocnienie mostów betonowych”, Kraków, 20—21 XI 1980 r. — 180 uczestników.

„Wpływ motoryzacji na funkcjonowanie miast”, Warszawa 3 X 1980 r. — 80 uczestników;

„Zagadnienia eksploatacji obiektów inżynierskich w miastach”, Wrocław, 28—29 X 1980 roku — 90 uczestników;

„Problemy eksploatacji pojazdów trakcyjnych w terenie górskim”, Kraków, 27 XI 1980 r. — 60 uczestników;

„Gospodarka wodnościekowa w transporcie samochodowym”, Poznań, 5 XII 1980 r. — 80 uczestników.

Zakończone przygotowawcze prace organizacyjne i merytoryczne na konferencję pt.: „XVIII Krajowy Zjazd Komunikacji Miejskiej”, Poznań 27—29 III 1981 r. oraz na kursokonferencję pt.: Wpływ organizacji ruchu w miastach na zużycie paliw i energii elektrycznej, Częstochowa, 23 IV 1981 r.

Konkursy

W listopadzie ub. roku został rozstrzygnięty konkurs SITK nr 38 (zamknięty) na opracowanie projektu koncepcyjnego odcinka „tra-

sy Piastowskiej" w Poznaniu, zorganizowanym na zlecenie Biura Planowania Przestrzennego w Poznaniu. Trzy równorzędne nagrody w wysokości 100 tys. zł otrzymały zespoły pod kierunkiem:

- mgr inż. Anny Janowskiej-Ciońcka z Krakowa,
- mgr inż. Mariusza Kurowskiego z Krakowa,
- inż. Aleksandra Śliwińskiego z Łodzi.

Dwa wyróżnienia I stopnia, premiiowane nagrodą po 40 000 zł otrzymały zespoły pod kierunkiem:

- dra inż. Jerzego Piotrowskiego z Poznania oraz mgr. inż. Liliany Schwartz z Warszawy. Jedno wyróżnienie II stopnia, premiiowane nagrodą w wysokości 20 000 zł, otrzymał zespół pod kierunkiem doc. dra inż. arch. Ryszarda Załcińskiego z Wrocławia.

mgr inż. Stanisław Gabryś

Wykaz tematów prac dyplomowych wykonanych w Zakładzie Systemów Zabezpieczenia i Sterowania Ruchem Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej

Rok akademicki 1977/78

- J. BARCZAK — Elektroniczny system samoczynnego nastawiania zwrotnic na górcę rozrządowej.
- W. BORKOWSKI — Mikroprocesorowy system stacyjnych urządzeń wewnętrznych sterowania ruchem kolejowym.
- J. GOŹDZIEWSKI, J. NIEKRA — Licznikowy układ kontroli zajętości odcinka torowego. Metoda i aparatura do badań charakterystyk czynników torowych.
- M. GRZYBOWSKI — Oddziaływanie ciągle w relacji tor — pojazd w rejonach stacji przemysłowych.
- A. HARASSEK, R. JASIEŃSKI — Koncepcja wyposażenia technicznego dyspozytury transportu kolejowego w zagłębiu miedziowym.
- H. JANUSZKIEWICZ, L. KRYNSKA — Analiza pracy elektrycznego obwodu torowego.
- S. KACZMARA — Koncepcja zastosowania elektronicznej maszyny cyfrowej do automatycznego opracowywania rozkładów jazdy pociągów opóźnionych.
- G. LEWANDOWSKI — Elektroniczne układy logiczne o wysokim stopniu bezpieczeństwa dla potrzeb techniki srk.
- J. MAKALA — Model matematyczny obwodu torowego zasilanego prądem o $f = 50$ Hz.
- J. MIKOŁAJCZYK — Zastosowanie monitorów alfanumerycznych w centrum sterowania ruchem.
- J. MIŚKIEWICZ — Wybór wskaźników niezawodnościowych dla oceny systemu zblokowanego JZH 111.
- E. MYSŁOWSKA, A. JASNOWSKI — Stochastyczne metody optymalizacji wielowymiarowej i ich zastosowanie w transporcie.
- E. ROGIŃSKA — Elektroniczne sterowanie i kontrola przestawiania zwrotnic na górcę rozrządowej.
- K. SADOWSKI — Zastosowanie mini-komputera „Mera” do sterowania ruchem na stacji
- M. STERNA — Analiza techniczno-ekonomiczna uproszczonego systemu zblokowanego na bazie JZH 111 oraz próba adaptacji wybranych programów automatycznego projektowania.

B. WARDALIŃSKA, A. WARDALIŃSKI — Koncepcja modernizacji i rozszerzenia zakresu wyposażenia w urządzenia sterowania ruchem wybranego rejonu kolei przemysłowych.

J. ZACHARA, K. POPKIEWICZ — Zastosowanie programowania dynamicznego Bellmana do wyznaczenia trajektorii lotu w obszarze TMA-CTR.

Rok akademicki 1978/79

- B. BARCZAK — Zastosowanie mini-komputera „Mera” do sterowania ruchem kolei — przebiegowe wybieranie drogi jazdy.
- H. BARTOSIEWICZ — Określenie optymalnego położenia względem szyny magnetycznie kompensowanej głowicy czujnika torowego
- J. BARTOSIEWICZ — Próba doboru pewnych parametrów głowicy czujnika indukcyjnego wykorzystującego działanie ekranujące koła pojazdu.
- R. BIESTEK — Optymalizacja układu czujnika torowego magnetycznego z wkładem indukcyjnym.
- Z. BINISZEWSKI — Ocena niezawodności eksploatacyjnej zblokowanego systemu srk JZH 111.
- R. GAGO — Zestaw algorytmów i programów systemu automatycznego wspomaganie projektanta urządzeń JZH 111 — oprogramowanie modułów.
- M. GOGOLEWSKA — Koncepcja wyposażenia dyspozytury wewnątrzzakładowego transportu szynowego.
- T. KANIA — Zestaw algorytmów i programów systemu automatycznego wspomaganie i projektowania urządzeń srk typu JZH 111 — dobór i tworzenie listy połączeń modułów.
- J. KOZAK — Automatyzacja obliczania sieci kablowej.
- B. KOZŁOWSKI — Opracowanie koncepcji urządzeń zdalnego sterowania ruchem na linii kolejowej ze szczególnym uwzględnieniem zespołu synchronizacji.
- B. KUDELSKA — Koncepcja współpracy algorytmów emc z systemem samoczynnego nastawiania zwrotnic na górcę rozrządowej.